

DARWIN,
EL ARTE DE HACER CIENCIA

Ana Barhona, Edna Suárez y Hans- Jörg Rheinberger





Universidad Nacional Autónoma de México
MMVIII

Darwin, el arte de hacer ciencia

Ana Barahona
Edna Suárez
Hans-Jörg Rheinberger
(editores)

Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
2011

Darwin : el arte de hacer ciencia / ed. Ana Barahona, Edna Suárez y Hans-Jörg Rheinberger. -- México : UNAM, Facultad de Ciencias, 2011.
247 p. : il. ; 23 cm.
Incluye bibliografías e índice
ISBN 978-607-02-2786-8

1. Darwin, Charles Robert, 1809-1882 – Filosofía. 2. Evolución (Biología). 3. Selección natural. I. Barahona, Ana, ed. II. Suárez, Edna, ed. III. Rheinberger, Hans-Jörg, ed. IV. Universidad Nacional Autónoma de México. Facultad de Ciencias

576.82092-scdd21 Biblioteca Nacional de México



Esta obra fue elaborada con apoyo del PAPIIT: IN308208

Darwin, el arte de hacer ciencia
1ª. edición, 15 de noviembre de 2011.

ISBN 978-607-02-2786-8

Portada: Conrad Martens, "HMS Beagle en Tierra de Fuego", acuarela (1832). Reproducida en *The Ilustrated Origin of Species by Charles Darwin* (edición abreviada e ilustrada por Richard E. Leakey), Nueva York, Faber and Faber,1979.

Diseño de portada: Miguel Marín / Elizabeth García
Formación de interiores: Kenia Salgado S.

Impreso y hecho en México.

Créditos y permisos

Artículos:

- Browne, J., 2009, Darwin the scientist.
  Traducido y publicado con la autorización de Cold Spring Harbor Symp. Quant Biol., 74:1.8. © Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor, NY.

- Dupré, J., Postgenomic Darwinism.
  Traducido y publicado con la autorización de William Brown y Abdrew Fabian (eds.), 2010, Darwin. Cambridge University Press.

Figuras:

- Figura 1. Caninos de Machairodus, p. 116, tomada de:
  A.A.V.V., 1839, "Machairodus" *Penny Cyclopaedia of the Society for the Difussion of Useful Knowledge*, 14, London: Charles Knight, p. 244.

- Figura 2. Calota de Machairodus, p. 116, tomada de:
  Richard Owen 1846, *A History of British Fossil Mammals, and Birds*, London: John van Voorst, p. 174.

Índice

Introducción

Ana Barahona, Edna Suárez y Hans-Jörg Rheinberger

La conmemoración del bicentenario del nacimiento de Charles Darwin y de los 150 años de la publicación de *El origen de las especies* en 2009 fue motivo para organizar decenas de eventos internacionales, y un número incontable de iniciativas locales en prácticamente todas las latitudes del planeta. Científicos y humanistas analizaron, y sobre todo celebraron –con mayor o menor grado de escepticismo– la vida y obra de uno de los personajes más influyentes en la historia de las ideas contemporáneas. No es exageración: Darwin y la teoría de la evolución biológica impactaron no sólo el curso de la biología, sino de la cultura en general. El hombre, sus sociedades, nunca volvieron a verse a sí mismos de la misma manera que en la etapa pre-darwinista. Se ha repetido hasta el cansancio la analogía de esta revolución con la copernicana; pero no puede exagerarse la convulsión que ambas generaron en la imagen del hombre y su lugar en la naturaleza y la sociedad.

En este contexto conmemorativo, la organización de un evento internacional en México y la decisión de publicar en castellano la mayoría de las ponencias presentadas, representó un reto a nuestro compromiso de dar a conocer y difundir una muestra representativa de los actuales estudios en torno a Darwin y su teoría. Lo que hoy, tras la primera década del siglo XXI, tienen que decir los especialistas en estudios sobre la ciencia no es, con mucho, lo que tenían que decir hace algunas décadas. Más aún, las formas en que los estudios humanísticos sobre la biología se han desarrollado se en-

carnan de manera excepcional en el campo de los estudios sobre Darwin y la evolución.

El centenario de la publicación de *El origen de las especies* (1859) marcó el inicio de un fuerte interés en los campos de la historia y la filosofía de la biología centrado en la figura de Charles Darwin, así como de los orígenes y el impacto de la teoría de la selección natural (De Beer, 1963; Guiselin, 1969). En el marco de una visión predominantemente analítica de la ciencia, que se había enfocado en el estudio de la física, las obras de este periodo reflejan la intención de colocar a la biología dentro de las "ciencias duras". Ello incluía temas como la justificación del carácter explicativo de la teoría de la selección natural, la reflexión en torno al carácter de las teorías y leyes de la biología, y el uso del método nomológico deductivo (Guiselin, 1969) o, por el contrario, del método inductivo (De Beer, 1963) de Darwin. En retrospectiva, una de las principales aportaciones de los estudios de este periodo al conocimiento de la biología consistió en colocar a ésta como un objeto específico de reflexión para la historia y la filosofía de la ciencia, con características y problemas diferenciables de los de la física. Pese a ello, el tono y la intención eran aún, en buena parte, comparativos –con respecto a la física– y justificatorios del carácter científico de la biología.

La celebración del centenario de la muerte de Darwin, en 1982, señala un punto de inflexión en los estudios meta-científicos de la biología, impulsados nuevamente por el carácter central e integrador de la obra darwiniana. La profesionalización de la historia y la filosofía de la ciencia en las décadas anteriores hizo posible el trabajo erudito y la concentración de recursos que dieron origen a lo que se ha llamado *la industria Darwin*, término acuñado por un grupo de intelectuales que dirigieron sus esfuerzos hacia el estudio y análisis de la vasta obra de Darwin para entender su desarrollo intelectual y, sobre todo, la relación de sus ideas en contextos más amplios, como el político y social, de la Inglaterra victoriana. Este nuevo tipo de investigación, que ya no le debía disculpas a la historia y la filosofía de la física, fue posible gracias al acceso y la publicación de enormes cantidades de fuentes primarias. Es importante destacar que gracias a este desarrollo se modificó la forma tradicional de entender la producción del conocimiento científico, hacia un enfoque en donde la práctica científica es más bien modelada por la interacción social en donde intervienen muchos actores. De acuerdo con Lenoir (1987), esta nueva perspectiva tuvo como uno de los principales intereses de los historiadores de la ciencia, encontrar formas adecuadas para describir la gran cantidad de factores sociales e intelectuales que intervienen en la producción del conocimiento científico.

Bajo esta perspectiva, la industria Darwin fue la impulsora, por ejemplo, de la edición de las obras completas, los cuadernos de investigación y la correspondencia personal de Darwin (Barret, 1977, 1987) y de sus contem-

poráneos (Sloan, 1992), así como de un cúmulo de literatura secundaria al respecto, gran parte de ella resultado de la conmemoración de 1982 (Mayr y Provine, 1980; Hodge y Kohn, 1985; Lenoir, 1987, entre otros). Estos trabajos han tenido hasta la fecha un impacto significativo en la investigación de los historiadores, al abrir nuevas preguntas e inaugurar los estudios detallados y locales de la vida y obra de Darwin, incluidos temas tan diversos como su prolífica vida experimental (Rheinberger y Mac Laughlin, 1984), el lugar de la obra darwiniana en la sociedad inglesa de mediados del siglo XIX (Young, 1985; Bowler, 1993; Brockway, 1979), el impacto de la teoría de la evolución en las teorías de la mente (Richards, 1987) y la recepción de las ideas darwinistas alrededor del mundo (Glick, 1988). Por mencionar uno de los ejemplos más destacados de este enfoque, mencionemos el estudio de Frank Sulloway (1982a, 1982b) en torno a los cambios psicológicos y de ánimo del joven Darwin durante su viaje a bordo del *HMS El Beagle*, en el cual documenta cómo Darwin pasa de ser un joven acompañante y naturalista colector de especímenes para los grandes naturalistas británicos, a sentirse capaz de contribuir personalmente mediante sus propias teorías, en esa época concentrada en los procesos geológicos.

Una aportación de mayores repercusiones en la historia de la teoría darwiniana fue la realizada por Jonathan Hodge (1985), quien profundizó con nuevos niveles de erudición en los estudios experimentales que Darwin llevó a cabo a lo largo de su vida en torno al problema de la generación (reproducción). Hodge, como otros historiadores de esta generación, aportó numerosos detalles en torno al proceso de construcción de la teoría de la selección natural, mostrando lo inadecuado de las reconstrucciones racionales de la generación anterior. Así, sabemos de los errores cometidos por el joven Darwin en sus actividades de muestreo de aves (destacando la inutilidad de sus muestras de pinzones) y reptiles, el carácter limitado que tuvo la experiencia en las Galápagos en su momento, y las distintas teorías fallidas –todas ellas relacionadas con los procesos de *generación* o *reproducción*, probablemente relacionadas con la teoría transformista de su abuelo Erasmus– que construyó en los primeros años después de su regreso a Inglaterra.

Simultáneamente, en el campo de la filosofía de la ciencia se desarrollaba una visión que abandonaba el provincialismo anterior y destacaba el carácter autónomo y específico de la biología. Esto se había iniciado en la generación anterior en una serie de debates acerca del estatus de la biología respecto a otras ciencias naturales (Mayr, 1961; Ayala, 1968), su autonomía y sus características propias. Estos primeros intentos ya buscaban eliminar los prejuicios de una visión que había tomado como ejemplo el carácter nomológico de las teorías “universales” y clásicas de la física, para la cual las narrativas de la biología evolutiva tenían un carácter elusivo. La nueva visión era alimentada por los profundos cambios en los objetivos y los métodos de

la filosofía de la ciencia, iniciados en la década de los sesenta y atribuidos (no siempre justificadamente, a nuestro entender) al impacto de la obra de Thomas S. Kuhn. Entonces, en la década siguiente, filósofos ya formados e interesados en la biología, como el recientemente fallecido David Hull (1973) y William Wimsatt (1976), centraron su atención en las características específicas del conocimiento y las explicaciones de la biología, en particular de la teoría evolutiva y la genética, entre los cuales destaca la discusión en torno al carácter explicativo de la teoría de la selección natural y la crítica al reduccionismo teórico, proveniente de los estudios que sobre la genética y la biología molecular proporcionaron nuevos argumentos contra la idea de una posible unificación de la ciencia organizada desde la física.

Las últimas dos décadas han extendido el rango de intereses que abarca la perspectiva y la obra darwiniana, por ejemplo, hacia el desarrollo cada vez más pronunciado de la medicina evolutiva, que pretende entender la salud y la enfermedad desde un punto de vista evolutivo (Nesse y Williams, 1994; Stearns y Koella, 2008; Gluckman *et al.,* 2009), pasando por las conexiones de la teoría evolutiva con la bioética (Maienschein y Ruse, 1999), hasta las muy diversas discusiones con los proponentes del diseño inteligente (Dembski y Ruse, 2004; Ruse, 2005).

Pero definitivamente lo más interesante que ha ocurrido es el surgimiento de los estudios culturales de la ciencia, y un pronunciado desarrollo de los estudios sociales que han provocado que en el campo histórico se haya enfatizado el estudio de las relaciones entre ciencia, política, cultura y religión en la Inglaterra victoriana. La polémica biografía de Darwin escrita por Desmond y Moore (1991), los estudios sociales del transformismo y el evolucionismo de Desmond (1984, 1992), o la sensibilidad y valores del periodo victoriano ejemplificados en obras como la de Secord (2000) o Ellegard (1990) demuestran estas dos vertientes. Asimismo, se reconstruyeron nuevos detalles de la labor de Darwin no sólo como naturalista, sino como experimentador y teórico de la herencia (Hodge y Radick, 2003; Ruse y Richards, 2009), aprovechando los resultados de la investigación de fuentes primarias de décadas anteriores.

En efecto, los estudios sobre las ciencias de la vida en el siglo XIX han sido parte de una auténtica explosión de nuevos enfoques historiográficos, literarios y sociológicos. Estos abarcan la detallada consideración de contextos locales y biográficos (Browne, 2002), la inclusión de actores olvidados en la historia tradicional de la ciencia (los paleontólogos en Desmond [1984], las clases medias profesionales en Desmond [1992], o el público lector del siglo XIX en Ellegard [1990]), el análisis literario y lingüístico de la obra darwiniana y de sus contemporáneos (Jordanova, 1986; Alter, 1999), y la renovada atención a las imágenes y representaciones materiales de la ciencia y el papel de la retórica en la ciencia (Gross, 1990; Selzer, 1993; Ceccarelli, 2001;

Barahona y Cachón, 2008), entre otros. Todo lo cual ha generado originales enfoques transdisciplinarios, que hoy en día conectan el estudio de la ciencia, el arte, la política y la sociedad.

Hoy más que nunca contamos con una imagen de la ciencia como elemento indisoluble de la cultura moderna, y de la biología, en particular, como eje desde el cual atender algunos de los más interesantes problemas de la investigación humanística y científica. La amplia cobertura y profundidad de los estudios concentrados en torno a Darwin y el evolucionismo en las últimas décadas ha sido en gran parte responsable (junto con los estudios sobre el discurso hereditario) de esta nueva imagen de la ciencia y su estudio desde las humanidades.

Si aunamos esta situación histórica a la radical transformación de las prácticas de la investigación biológica actuales –que incluyen la automatización del laboratorio, el desarrollo de redes sociales cada vez más complejas y el creciente uso de bases de datos y herramientas bioinformáticas–, nos topamos con herramientas nuevas que han provocado el resurgimiento de cuestiones tan urgentes como el impacto de la teoría de la evolución en las ideas de raza, diversidad y herencia, las cuales requieren la cooperación de las humanidades y las ciencias sociales. El desarrollo de la biología evolutiva, en combinación con la radical transformación de las prácticas de investigación, han conducido al planteamiento de preguntas que demandan enfoques multi, inter e incluso transdisciplinarios. La principal contribución de este volumen se inscribe en esa intersección, es decir, en la necesidad de realizar investigación de la más alta calidad académica que permita atender y dar respuesta a tales problemas sobre la base de los notables desarrollos de décadas anteriores. Como vimos, en el caso de las ciencias biológicas, las distintas celebraciones de la vida y obra de Charles Darwin han dado pie a cambios profundos en la manera de entender a la ciencia y, con ello, a la sociedad.

Los artículos que se incluyen en este volumen fueron presentados en el Simposio Internacional “Darwin, el arte de hacer ciencia”, con motivo de la celebración del bicentenario del nacimiento de Charles Darwin y de los 150 años de publicación de *El origen de las especies*. Este evento fue organizado por el Max Planck Institute for the History of Science de Berlín, Alemania, así como El Colegio Nacional e investigadores de la Facultad de Ciencias, el Instituto de Investigaciones Filosóficas y el Instituto de Geología, de la UNAM. Gracias a la participación de este último pudimos gozar de las históricas instalaciones del Museo de Geología ubicado en el barrio de Santa María la Ribera en la Ciudad de México, que fueron el marco idóneo para hablar del impacto cultural de la teoría de la evolución. El objetivo central del evento fue difundir, especialmente dentro de la comunidad universitaria, algunas de las investigaciones y de los enfoques más originales desarrollados en los últimos 15 años, en el área de los estudios de la ciencia sobre Darwin

y la biología evolutiva. Para ello se pensó en un evento de calidad, no uno de grandes dimensiones, con invitados de reconocido prestigio académico por sus contribuciones originales al campo. La idea central que lo animó fue la necesidad de enfoques multi, inter y transdisciplinarios en el análisis del desarrollo histórico y presente de la biología evolutiva y de los cambios que se encuentran en proceso como resultado de la transformación de las prácticas y las herramientas de la investigación biológica actual, caracterizada por sus redes bioinformáticas y sociales, y la renovación de sus preguntas.

Hemos organizado los artículos alrededor de los tres ejes principales que forman las tres partes del libro: contribuciones históricas, filosóficas y de estudios culturales en torno al impacto de la teoría de la evolución de Darwin.

La primera parte inicia con el artículo de Janet Browne, "Darwin el científico". Para esta autora, reconocida biógrafa y recopiladora de la correspondencia de Darwin, el hecho de que en el año 2009 se celebraran los 150 años de la publicación del libro más importante escrito por Darwin, *El origen de las especies* (1859), puso de manifiesto el reconocimiento de que la teoría de la selección natural para explicar la evolución de las especies no sólo convirtió a Darwin en uno de los naturalistas más prominentes del mundo provocando al mismo tiempo una de las controversias más importantes en el terreno científico y guiando, de una manera u otra, investigaciones en diversas ramas científicas como la genética, la biología molecular, la paleontología y la antropología, entre otras, sino que también puso de manifiesto aquello que en Darwin es poco apreciado o poco estudiado: el rango de sus intereses científicos y su capacidad como experimentador. Ciertamente, *El origen de las especies* ha merecido y merece todo el crédito y toda nuestra atención, pues en él Darwin analiza el problema del origen de los seres vivos, nos muestra evidencia cuidadosamente acumulada, y no recurre en ningún momento a la historia bíblica de la creación o al argumento teológico conocido en su época como "el problema del diseño" utilizado, entre otros, por el reverendo William Paley medio siglo antes, como esclarecimiento de la adaptación y la diversidad de los organismos a su medio. Sin embargo, dice Browne, otras características del pensamiento y el desarrollo de ciertas habilidades muestran una imagen de Darwin poco apreciada por sus contemporáneos e incluso por algunos biólogos actuales: el Darwin científico con su gran capacidad para experimentar y diseñar numerosas técnicas para probar sus ideas. En su texto, Browne nos expone cómo Darwin tenía una gama de intereses científicos, desde la geología y los arrecifes de coral, la formación del suelo por la acción de los gusanos, la domesticación de plantas y su fisiología, hasta las expresiones humanas y su relación con nuestro pasado evolutivo. Darwin era un naturalista y experimentador muy fino que convirtió su casa y los jardines adyacentes, en lo que ahora llamaríamos una

estación experimental, donde intervenían no sólo amigos y colegas (incluso algunos enemigos), sino su familia. Browne nos cuenta el papel de su esposa e hijos en el desarrollo de ciertos experimentos llevados a cabo en su casa de Down. La contribución más importante del texto de Browne es que muestra a Darwin no sólo como un magnífico teórico y talentoso escritor (publicó más de 12 libros), sino también como un habilidoso experimentador, capaz de conectar lo observado con la teoría, su persistencia y ambición para encontrar explicaciones naturales, y como alguien que vivió y trabajó en una red de colaboraciones y no como un científico solitario.

Continúa esta sección con el artículo de Michael F. Antolin, especialista en medicina darwiniana para quien, a 150 años de la publicación de *El origen de las especies*, la aplicación que estamos presenciando en la actualidad de la biología evolutiva en la medicina convierte a su objeto de estudio en imprescindible y poco explorado: las preocupaciones e indagaciones médicas en torno a la herencia, dentro de la familia Darwin. El objetivo de Antolin es el de examinar cómo el pasado y los antecedentes médicos de una familia de doctores prominentes de la Inglaterra victoriana, Erasmus Darwin (1731-1802), abuelo de Darwin, y su padre Robert Waring Darwin (1766-1848), influenciaron la teoría de la selección natural. Erasmus Darwin fue un médico prominente que estudió medicina en Cambridge y Londres en Inglaterra, y posteriormente, en Edimburgo, Escocia. La escuela de Edimburgo se encontraba en esa época en la encrucijada de entender a la medicina y la enfermedad como susceptibles de contar con explicaciones biológicas. Por ejemplo, la idea de que el crecimiento y la generación del cuerpo no estaban preformados por seres minúsculos dentro de las células sexuales (preformismo), sino por la epigénesis de partes complejas que se influenciaban durante el desarrollo. Antolin nos narra algunos aspectos de la vida de Erasmus que lo convirtieron en un médico importante dentro de la Inglaterra del siglo XVIII, y que le valieron ser el médico del rey Jorge III. Erasmus Darwin es reconocido también por haber propuesto una de las primeras teorías de la transformación de las especies en su conocido libro *Zoonomia*, así como la de proponer e incorporar el pensamiento biológico en la práctica científica. En este capítulo, Antolin pone el énfasis en lo mal entendida que ha sido la figura del padre de Darwin, Robert Waring Darwin, y su influencia en la vida de su hijo Darwin; Robert Waring estudió medicina para satisfacer a su padre Erasmus, y aunque la practicó toda su vida, en realidad nunca tuvo un gran gusto por ella. Era un excelente observador y querido por sus pacientes, pero también tenía gran interés por la historia natural. Tenía amplios jardines e invernaderos en los que coleccionaba plantas tropicales. Junto con su esposa Susannah Wedgwood, madre de Darwin, crearían un ambiente familiar en donde la ciencia y la historia natural estaban presentes en todo momento, y donde las creencias religiosas serían dejadas a un lado. Una de las contribuciones más

importantes (y poco estudiadas) de este capítulo es la de mostrar la influencia que tuvieron las ideas tanto del abuelo como del padre de Darwin, en la construcción de su teoría de la evolución por selección natural y el nacimiento de la medicina darwiniana. Por ejemplo, el conocimiento que se tenía en la época sobre la variación de los caracteres dentro de las poblaciones naturales y el poder de la reproducción sexual en la generación de la variación, fue incluido por Erasmus Darwin en varias de sus obras. Del mismo modo, a través de la práctica médica, ambos, Erasmus y Robert W. fueron conscientes del efecto de la herencia en las enfermedades, incluyendo la propensión a padecer gota en su propia familia. Este último aspecto lo discutió personalmente, Darwin con su padre, y lo leyó extensamente, en el libro *Zoonomia* donde su abuelo describe en amplitud ciertas enfermedades hereditarias y la variación entre los individuos y las familias. El autor cierra este capítulo hablando de la importancia de incorporar el pensamiento evolucionista darwiniano en el entendimiento de las enfermedades y sus patógenos.

El tercer artículo escrito por Hans-Jörg Rheinberger, "Entre falso tabú y falsa esperanza. Una mirada a la herencia a 200 años del nacimiento de Darwin", habla de la relación entre herencia y evolución. Hasta el siglo XVIII, la palabra herencia sólo existía en el contexto legal donde se transmitían bienes materiales de generación en generación, sin referirse a la herencia biológica; el acento estaba en la procreación o generación de hijos, como eventos individuales nuevos. Ya en el siglo XIX, el acento se puso en la reproducción como transmisión biológica de una generación a otra, cambio que sólo pudo darse cuando los organismos fueron sustraídos de su medio natural para ser estudiados en los jardines botánicos y zoológicos. En estos lugares no se estudiaba la constancia de las especies, sino justamente, las modificaciones tanto en los patrones de reproducción como en los especímenes; se describían, entonces, enfermedades, monstruosidades, cambios a la norma, etcétera, independientemente de las variaciones en las condiciones de vida. Rheinberger nos narra cómo en Darwin la relación entre herencia y evolución se convierte en una preocupación a su regreso del viaje del *Beagle* hacia finales de la década de 1830. Es claro que para Darwin la visión tradicional vertical de la línea de descendencia pierde importancia, es decir, Darwin consideró a la herencia cada vez menos como una relación vertical entre generaciones individuales subsiguientes y más como una relación entre individuos de una población, haciendo énfasis en el "patrimonio", cuyos componentes serán las gémulas que se transmitirán de generación en generación y se distribuirán de nuevo en una población de organismos. Así, durante buena parte de la segunda mitad del siglo XIX, las genealogías médicas, por ejemplo, se entendían más en términos estadísticos que individuales. Para el autor, este nuevo enfoque o "espacio epistémico horizontal" se convertirá, posteriormente, en el punto de referencia para una nueva biopolítica, en donde los Estados enfatizarán el

bien común y la protección del patrimonio de la nación (su material genético) de agentes externos, dejando en segundo término al individuo particular. Para Rheinberger es necesario contemplar esta nueva visión de la herencia para entender las "fantasías genéticas personificadas en la eugenesia" que tuvieron tanto control político a principios del siglo XX; o bien, para entender el desarrollo de la genética como central en las ciencias biológicas, y que trajo nuevos objetos de estudio, los genes, y nuevas técnicas de manipulación basadas en la creación de líneas puras y de hibridación. El capítulo cierra con la genética molecular y la ingeniería genética capaces de manipular a los genes contenidos en la molécula de ADN, y con sus descendientes directos, los organismos genéticamente modificados, fabricados a partir del intercambio horizontal de genes fuera de las fronteras de las especies. De esta forma, las técnicas moleculares transgénicas radicalizaron el enfoque horizontal al que Darwin se refería, borrando los límites de las especies y los reinos. Para el autor, los nuevos términos desarrollados dentro de la genética molecular como recombinante, transgénico, etcétera, no son del todo comprendidos en relación con la evolución biológica inducida por la acción humana, y nos encontramos ante la posibilidad técnica, no sólo de analizar genéticamente a los organismos vivos, sino de modificarlos. ¿Este camino nos da esperanza para un futuro mejor, o es un falso tabú pensar que con el estudio científico de los genes sabremos más acerca de la condición humana?

La contribución de Keith Benson, "Variaciones americanas de la teoría evolutiva después de Darwin", indaga en el periodo entre 1859 y 1900 con la intención de tener una mejor comprensión del contexto en el cual se recibieron las ideas evolucionistas en Estados Unidos, las razones por las cuales su recepción fue tan favorable, y las condiciones en que se da el supuesto debate entre neodarwinistas y neolamarckianos, alrededor de 1900. Para profundizar en el tema, Benson inicia con una crítica a las dos interpretaciones estándar de la historia de la biología en Estados Unidos de ese periodo: aquella que enfatiza la fuerza de la comunidad de neolamarckistas a expensas de las ideas neodarwinianas, y la que se centra en el conflicto entre la religión y las teorías evolucionistas. Una investigación histórica minuciosa, que incluye artículos y correspondencia de más de una centena de naturalistas en la segunda mitad del siglo XIX –y que abarca nombres tan influyentes en el desarrollo de la biología del siglo XX, como E. B. Wilson, T. H. Morgan y el profesor de ambos, Williams K. Brooks– muestra, sin embargo, que ninguna de las dos tesis es precisa. Las ideas neolamarckianas, por ejemplo, no eran consideradas, por muchos de los naturalistas más destacados, incompatibles con la teoría darwiniana y en general es imposible construir categorías que permitan clasificar a cada uno de los autores; asimismo, las ideas teístas se mezclan, en la enorme mayoría de los autores, con posiciones y teorías más seculares en distintos temas que tocan a la biología evolutiva. En palabras

de Benson, "las variaciones de los naturalistas estadounidenses en torno al tema de la evolución eran tan ilimitadas como la variación del mundo natural del que sus teorías buscaban dar cuenta". Pese a lo anterior, el impacto de las tesis estándar en la interpretación histórica del periodo ha obligado a clasificar a los evolucionistas estadounidenses a lo largo de dos ejes que simplifican el panorama intelectual de la nación más receptiva, en ese momento, a las ideas darwinianas. Aquí entra en juego lo que seguramente es la aportación central del artículo de Benson. Su crítica a las tesis tradicionales no se limita a pintar un panorama más complejo y sutil de las "ambigüedades" del naturalismo estadounidense a fines del siglo XIX. La nueva nación, recién salida de la guerra civil, provee el contexto social y político en el que desde muy distintas trincheras se hacen llamados "a la acción", es decir, literalmente a la construcción de nuevas ideas e instituciones impregnadas de la voluntad de edificar un nuevo país. Es así que, según Benson, el nacimiento del pragmatismo (bautizado así por James en 1899) y de la nueva biología (Morgan) comparten mucho más que la temporalidad. Benson se apoya en numerosas fuentes primarias de más de 100 naturalistas, así como en recientes investigaciones en torno a la historia social de Estados Unidos, de su ambiente intelectual (en especial el nacimiento del pragmatismo), y de los numerosos puntos de encuentro de la naciente comunidad académica.

En el capítulo IX de *El origen de las especies* (1859), Darwin nos habla de la importancia de la geología y la paleontología para su teoría. El no contar con formas intermedias que ligasen de manera natural a organismos del pasado con organismos del presente era una gran objeción a su teoría, lo que volvía fundamental el encontrar una explicación natural a la ausencia de los llamados "eslabones perdidos". En ese capítulo Darwin explica la ausencia de formas intermedias a partir de dos ideas fundamentales; por un lado, el hecho de que hubiera pocas formas intermedias podría deberse al proceso mismo de la selección natural en tanto que las formas intermedias serán generalmente vencidas y exterminadas durante el curso de la lucha por la existencia; y por el otro, la imperfección del registro fósil. Para Darwin era muy importante explicar que los fósiles son evidencia de la vida del pasado de la Tierra, a la vez que son los ancestros de organismos del presente. Sabemos que Darwin estuvo muy interesado en la geología desde sus épocas de estudiante, y que incluso, a bordo del *Beagle*, llevaba el primer tomo de *Principios de geología* del gran geólogo inglés Charles Lyell. En su libro *El viaje del Beagle* (2003), Darwin nos describe con gran sorpresa la cantidad de huesos fósiles de cuadrúpedos gigantes encontrados en Argentina. Sin embargo, poco se sabe de las relaciones de Darwin con colectores de fósiles sudamericanos. Justamente el capítulo de Irina Podgorny nos describe esta relación. En su texto, la autora nos habla de los hallazgos fósiles de Francisco X. Muñiz en Argentina, y de cómo estableció contacto con Darwin en una transacción

más comercial que académica. El interés de Richard Owen y Charles Darwin por obtener los fósiles de *Muñefelis bonaerensis*, un felino encontrado en las afueras de Buenos Aires, evidenciaron las redes internacionales de comercio e intercambio, y en las cuales los fósiles se convirtieron en objetos científicos para describir la naturaleza. El capítulo de Podgorny nos narra la dificultad para clasificar los restos fósiles de *Muñefelis bonaerensis* como un león conocido por Owen y Darwin como *Machairodus* cuyos especímenes en las pampas ya habían sido adquiridos en la colección del British Museum de Londres. Al final, la autora nos habla del uso de estos fósiles para probar, por un lado, al estilo de Owen, la imposibilidad de la presencia de seres humanos durante la existencia de estos felinos y por lo tanto, de la evolución, y por la otra, la idea de Darwin de relacionar los fósiles del pasado con organismos del presente para establecer la evolución de las especies.

La segunda sección de la antología incluye tres artículos de carácter filosófico que invitan de manera distinta a la polémica y que nos muestran la diversidad de temas tocados hoy en día por los filósofos de la biología. La sección abre con el artículo, "Contra la lectura adaptacionista de *El origen de las especies*" de Gustavo Caponi, quien profundiza –y en cierto sentido radicaliza– en la vertiente que ve en el estudio de los patrones evolutivos y las relaciones de ancestría entre especies, la principal contribución de la principal obra de Darwin. En la lectura de Caponi, "la selección natural es inicialmente introducida como un recurso para explicar la diversificación de las formas vivas a partir de un ancestro común: ella es presentada como un mecanismo capaz de impulsar un proceso de transformación y diversificación compatible con las condiciones de existencia que los seres vivos deben satisfacer para poder subsistir". Es decir, si bien la introducción del mecanismo de la selección natural constituye una aportación central del libro de Darwin, ésta es secundaria respecto a la numerosa y diversa evidencia que apoya la "teoría de la filiación común".

Caponi se sitúa –y su argumento es convincente– a contracorriente de una visión impulsada por biólogos contemporáneos como Daniel Dennet y Richard Dawkins, quienes se han centrado en el modo de acción y la eficacia "innovadora" del mecanismo de la selección natural. Según Dennet, para Dawkins y muchos otros seguidores, la preocupación central de Darwin era explicar el hecho de la adaptación de los organismo al ambiente, pero Caponi argumenta que este problema –el de la adaptación– no ocupaba el lugar central entre los historiadores naturales y los teólogos naturales predarwinianos. En cambio, la pregunta acerca de la coherencia funcional de las estructuras de los organismos y su mutua adaptación, como se refleja en la obra de Georges Cuvier, constituía el tema desde el que Darwin construirá el mecanismo de la selección natural, y desde el cual este mecanismo superará las soluciones anteriores, incluida la cuveriana. La selección natural surge

en el argumento de Darwin, nos dice Caponi, a partir del reconocimiento del contexto de escasez en que viven los organismos, en los cuales cada estructura es evidencia de su uso –ventajoso– anterior y de las posibilidades de subsistencia del organismo en la actualidad.

Por su parte, el reconocido filósofo de la biología, Elliott Sober se introduce en un debate que en muchos países (especialmente Estados Unidos) ha tenido un profundo impacto en la percepción pública contemporánea sobre la obra de Darwin. Nos referimos al debate entre evolucionistas y creacionistas. El artículo de Sober titulado "¿Por qué el naturalismo metodológico?", tiene por objetivo distinguir y clarificar conceptos y posturas filosóficas, haciéndonos ver los beneficios de un análisis filosófico riguroso en discusiones que enfrentan –a veces violentamente– a la sociedad. Sober inicia por distinguir entre *naturalismo metodológico*, tesis que respalda que las teorías científicas deben ser neutrales en cuanto a la existencia de un Dios sobrenatural, y el *naturalismo metafísico*, que afirma que no existe un Dios sobrenatural. Sober sostiene que la ciencia no puede negar la intervención divina pues no es posible negar la existencia de cualidades ocultas. Así, cuando la teoría de la selección natural declara que las mutaciones en los organismos ocurren al azar, no quiere decir que afirme que Dios no existe. No podemos descartar –al igual que no podemos hacerlo al echar monedas al aire y obtener cara o cruz al azar– que existan causas ocultas no consideradas por la teoría. Por ello, Sober se centra en la defensa, con nuevas razones y argumentos, de la primera tesis, la metodológica. La defensa de Sober corre por dos líneas argumentales. Por un lado, critica respuestas anteriores que se han dado para defender el naturalismo metodológico. Así, considera tautológica la solución de autores como Michael Ruse, quien sostiene que la ciencia no puede tratar acerca de nada "sobrenatural", porque su objetivo es lo "natural". Esta definición del objeto de la ciencia añade poco a la discusión. Asimismo, Sober explora los obstáculos argumentativos a los que se enfrenta el naturalismo metodológico en su discusión con la metodología creacionista, dado que los enunciados fundamentales de ésta no sean contrastables. Por otro lado, Sober reflexiona en las implicaciones de diferentes versiones del creacionismo para explorar una postura naturalista modesta, pero eficaz. El autor analiza las consecuencias del creacionismo "interventivo" que, a diferencia del deísmo (según el cual Dios inicia el proceso de evolución, pero después no vuelve a intervenir), señala que un Dios sobrenatural "complementa" –no necesariamente violando– la acción de las leyes naturales. Hay maneras triviales de "complementar" teísticamente a la ciencia, dice Sober, como decir, después de cada enunciado científico que así ocurre por la voluntad de Dios. Más aún, podemos observar estrategias o trayectorias históricas en que se pasa de teorías neutrales teísticas a teorías no teísticas, y estrategias que ocurren en sentido inverso. Lo que Sober propone, al final, no es una teología para

"adultos responsables", sino un argumento modesto que destaca los éxitos de la primera estrategia.

La sección cierra con el provocativo –y pleno de humor– artículo escrito por John Dupré, "Darwinismo posgenómico" que, como afirma su autor, bien podría haberse llamado "Genómica posdarwiniana", pues el objetivo del autor es hacer un llamado a desvincular nuestras reflexiones contemporáneas sobre la evolución biológica, de la teoría de Darwin. En pleno marco de celebraciones darwinianas Dupré no desea ser un aguafiestas, ni negar el genio científico y creativo de Darwin, si bien critica, sin ambages, la "excesiva reverencia", frecuentemente debida a este científico, contraria al compromiso epistémico que debería caracterizar a la ciencia. Su artículo nos hace un llamado refrescante a reflexionar sobre las implicaciones de los avances revolucionarios en la genética y la genómica de las últimas dos décadas, así como a los hallazgos también recientes en la microbiología, que Darwin no pudo haber conocido ni incorporado en su visión de la evolución. Más específicamente, el mecanismo de la selección natural –del cual no convenció Darwin a las minorías ilustradas de su tiempo– se convierte en una potente explicación a partir de su síntesis con la genética mendeliana, hasta el siglo XX. Y es esta visión, la de la "síntesis evolutiva", la que Dupré considera si bien no totalmente obsoleta, sí notoriamente limitada para dar cuenta de los hallazgos de la biología contemporánea. Según Dupré, la síntesis evolutiva está conformada por dos tesis y un corolario, y los tres componentes se encuentran en serios problemas en la actualidad. Estas tesis afirman, primero, que la selección natural es el principal mecanismo que explica la adaptación de los organismos a su ambiente, y segundo, que la herencia relevante para la evolución es mediada exclusivamente por el ADN nuclear. El corolario de ambas tesis es el rechazo (weissmaniano) a la herencia lamarckiana. Dupré se encuentra bien situado para hablarnos de los avances que han puesto en jaque la visión neodarwiniana ya que ha estado a cargo, en los últimos años, de uno de los proyectos más innovadores y energéticos en torno a los estudios de la ciencia, destacando la importancia de los microbios (junto con Maureen O'Malley) y de los procesos de evolución por asociación (que incluye pero no se limita a la endosimbiosis), un tema que ha sido desplazado por el énfasis neodarwinista en la divergencia y el llamado a establecer relaciones monofiléticas. Como señala Dupré, el actual debate en torno a la magnitud del fenómeno de la Transferencia Genética Horizontal o Lateral (HGT o LGT, por sus siglas en inglés) entre los organismos, ha problematizado y arrinconado no sólo el sueño de encontrar la raíz del árbol de la vida, sino de la visión de la diversidad organísmica como el resultado de las relaciones de ancestría.

En este punto, nada más interesante que el contraste –y la complementariedad– entre el artículo ya mencionado de Gustavo Caponi, quien

sostiene que la indagación de las relaciones de ancestría es el elemento central de la visión darwiniana, y el de Dupré, quien afirma que es justamente este proyecto el que ha sido rebasado y prácticamente abandonado (si bien la polémica continúa). Asimismo, Dupré proporciona un recuento largo de la evidencia en favor de las complejidades de la herencia biológica, no reducibles a la transmisión de cadenas de ADN, que han abierto de nuevo la puerta a alternativas de corte neolamarckiano. Y por qué no, se pregunta finalmente Dupré, haciendo honor al escepticismo característico de la ciencia.

La tercera y última parte incluye aportaciones al reciente campo de los estudios culturales y antropológicos de la ciencia. Inicia esta sección el artículo de Jonathan Marks, "¿Somos nuestros ancestros? La genética, el reduccionismo y nuestro lugar en la naturaleza". En esta contribución, Marks desarrolla una de las vertientes de su renombrado escepticismo a los métodos y objetivos de la llamada antropología molecular; en este caso, el autor se concentra en la distinción entre la construcción de filogenias y la de clasificaciones y, más específicamente, a la decisión epistémica de los genetistas de enfatizar las similitudes de la especie humana con los primates por encima de sus múltiples diferencias. Para Marks, reconocido antropólogo físico y pionero en este campo junto con Vincent Sarich, ésta es una decisión epistémica, no empírica, que otorga primacía al enfoque filogenético. Pese a lo que piensan la mayoría de los biólogos educados en la segunda mitad del siglo XX, este enfoque no es el único que podemos adoptar al clasificar a las especies, y no necesariamente es el más útil o el más fructífero en el contexto de distintas preguntas. De hecho, como recuerda Marks, a lo largo de la historia ha habido oscilaciones en el peso que otorgan los naturalistas, entre quienes enfatizan las continuidades con los monos (Linneo, Jared), y los que resaltan las diferencias (Cuvier, Huxley), y este énfasis ocurre en el contexto de distintos programas y objetivos. Es uno de los debates más serios y recientes al respecto.

Sistemáticos como Ernst Mayr y George G. Simpson se enfrentaron a la metodología reduccionista de la genética, argumentando que una clasificación biológica no podía descansar sobre la base de un solo tipo de evidencia sin tomar en cuenta el total de las características biológicas y la manera en que cada especie se sitúa frente a otras. Más allá del debate acerca de cuáles datos son más adecuados para construir una clasificación de los primates –los genéticos, los morfológicos, o incluso las notables diferencias de comportamiento y culturales entre monos y humanos–, Marks sostiene que la agenda contemporánea que enfatiza las continuidades entre especies se basa en varios frentes. Uno de ellos es el continuo crecimiento en el número de especies de primates. Este dato tiene un impacto no sólo en las políticas de los conservacionistas, sino en la justificación del campo de los estudios etológicos de primates, "nuestros más cercanos ancestros", los cuales son a

menudo utilizados como la base empírica a partir de la cual se infieren cuáles son comportamientos “normales” o “anormales” de la especie humana.

Continúa Jorge Martínez Contreras, quien relaciona las inquietudes de Darwin sobre el vínculo que hay entre el comportamiento humano y el animal, particularmente de los primates no humanos, con los estudios recientes acerca del altruismo, la primatología y la antropología. Sabemos que ya desde el viaje a bordo del *Beagle*, Darwin mostró una especial atracción por el tema de la evolución humana, en especial en su paso por Tierra de Fuego, a donde, entre otras cosas, la expedición regresaba a tres (de cuatro que eran originalmente) fueguinos que habían sido castigados por el capitán FitzRoy años antes, por haberse robado una barca ballenera. Para Martínez, Darwin, a su paso por la Patagonia, tuvo la oportunidad de entrar en contacto con sociedades de cazadores-recolectores, y establecer ciertas similitudes con las sociedades más desarrolladas, mientras que su conocimiento sobre el comportamiento animal provenía y estaba limitado a lecturas especializadas y a animales en cautiverio en zoológicos y granjas. Aunque Darwin pudo observar directamente las costumbres y comportamientos de los fueguinos, para él y sus contemporáneos pasó desapercibido el hecho de que se encontraban ante cuatro culturas física y lingüísticamente diferentes; los encuentros e intercambios que tuvieron lugar fueron con los aborígenes llamados yaganes, que estaban divididos en comunidades tribales, en donde había tensiones territoriales. Pero la total ausencia de datos antropológicos de estas culturas impidió que tanto Darwin como FitzRoy pudieran notar estas diferencias. Estas observaciones serían cruciales para el entendimiento de Darwin sobre la evolución humana y su relación con otros primates no humanos, que plasmó en libros posteriores, *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex* (1871) y *La expresión de las emociones en el hombre y los animales* (1872), por ejemplo, al sugerir que los fueguinos podrían ser parecidos a nuestros ancestros. Es importante señalar, como lo hace el autor, que Darwin nunca mencionó que descendemos de los actuales primates, sino que, más probablemente, de formas ancestrales primitivas. Para Martínez, el estudio de los fueguinos fue importante para la teoría de Darwin en dos sentidos: por un lado, porque pudieron haber sido los más primitivos sobre la Tierra, y por el otro, porque eran un conjunto de culturas humanas que habían logrado sobrevivir en condiciones extremas. Para finalizar, Martínez relaciona en particular las explicaciones sobre el altruismo desde Darwin, con el desarrollo de modelos matemáticos modernos que intentan entenderlo. Para Martínez, a 150 años de la publicación de *El origen*, y 120 de *The Descent of Man*, la primatología y la antropología social y biológica han avanzado de manera importante en relación con el comportamiento de miles de culturas humanas y de los cientos de especies de otros primates, dando pistas del pasado evolutivo del ser humano.

Como ya mencionamos, la imagen actual de la ciencia, y en particular de las ciencias de la vida, como elemento indisoluble de la cultura, es patentada en el trabajo de Ineke Phaf-Rheinberger, "Darwin y la obra de José María Velasco". Una visión científico-artística, con la que cerramos la antología. En él, la autora nos narra la interacción que se dio en el gran paisajista mexicano José María Velasco, entre sus actividades científicas y artísticas, al estudiar, por un lado, en la Academia de San Carlos, a partir de 1858 coincidiendo con la llegada del pintor italiano, Eugenio Landesio como el primer profesor de vistas paisajistas en México, y quien sería una influencia decisiva en su vida, y por el otro, los estudios que realizó en la Escuela Nacional de Medicina en 1865, donde estudiaría física, zoología y botánica. Durante cuatro décadas, de 1868 a 1910, Velasco se daría a conocer por sus obras monumentales *Valle de México desde el cerro de Tenayo*, *Valle de México desde el cerro de Atzacoalco*, *Valle de México desde el cerro de Santa Isabel*, *Valle de México desde el cerro de Tepeyac*, *Camino a Chalco con los volcanes* y *La puesta del Sol*, pero también por sus aportaciones a la ciencia. En 1868, Velasco se inscribiría como socio de número en la recién creada Sociedad Mexicana de Historia Natural, colaborando activamente con ilustraciones e informes en su revista de difusión *La Naturaleza*. A partir de este momento y a lo largo de su vida, Velasco estaría en contacto permanente con las investigaciones históricas, geológicas y arqueológicas. En ambos terrenos, tanto en el científico como en el artístico, Velasco ganaría una gran reputación y el reconocimiento de sus pares. Sin embargo, la autora se opone a la lectura tradicional de la obra de Velasco, en la cual se ve al artista como un antidarwinista debido a su religiosidad católica y su conservadurismo. Phaf-Rheinberger nos ofrece otra lectura, en donde, independientemente de sus creencias religiosas y posturas políticas, deberá entenderse a Velasco como el resultado de un interés paralelo entre el arte y la ciencia, en donde esta "continuidad coetánea" permitiría a Velasco desarrollar una obra científica representada en sus investigaciones sobre la metamorfosis del *axolotl* mexicano, y al tiempo que dibujaba el Valle de México bajo una visión científico-artística. Evidencia de ello son las diez telas pintadas para el Museo de Geología de la Ciudad de México, en donde Velasco representa los orígenes de la vida, y que fueron solicitadas para su inauguración en 1906. En esta sucesión de cuadros no se evidencia ningún conflicto con la teoría de la evolución, y puede presumirse que Velasco estaba enterado del debate que se estaba llevando a cabo en México hacia finales del siglo XIX. La autora también nos muestra el lado científico de Velasco en sus elegantes trabajos sobre la metamorfosis del ajolote mexicano, cuyas ilustraciones influyeron notablemente en la iconografía zoológica de finales del siglo XIX, en este realismo científico en donde se deja ver con fuerza la influencia de las nuevas teorías biológicas de finales de siglo, sobre todo de la influencia del libro de Darwin, *The Expressions of the Emotions in Man and Animals,* de 1872.

No quisiéramos cerrar esta introducción sin agradecer la labor de muchos de nuestros colegas y estudiantes: a los doctores Carlos López Beltrán, Sergio Martínez y Gisela Mateos, organizadores del evento en la UNAM, y al doctor Luis Espinoza, director del Museo de Geología de la UNAM, así como a nuestros estudiantes Alicia Villela, Érica Torrens, Carlos Guevara, Carlos Ochoa, Frida López y Fabrizzio Guerrero. Asimismo, agradecemos la colaboración en la revisión de la edición a la M. en C. Alicia Villela. El evento fue posible gracias al apoyo de los proyectos "Evolution and Heredity: Genetics and Epigenetics", Conacyt-DAAD que liga a nuestro grupo con el Max Planck Institute for the History of Science (MPIWG-Berlin), y "Ciencia, arte y sociedad. 150 años de *El origen de las especies*" financiado por la DGAPA/UNAM, IN308208. Mención aparte merece el apoyo irrestricto del Max Planck Institute for the History of Science y el doctor Hans-Jörg Rheinberger, que generosamente pensaron que la conmemoración darwiniana debía llevarse a cabo en México, y específicamente en nuestra universidad.

Bibliografía

Allen, D. E. (1978), *The Naturalist in Britain: A Social History*, Harmondsworth, Penguin Books.

Alter, S. (1999), *Darwinism and the Linguistic Image: Language, Race, and Natural Theology in the Nineteenth Century*, Baltimore, John Hopkins University Press.

Ayala, F. (1968), "Biology as an autonomous science", *American Scientist,* núm. 56, pp. 207-211.

Barahona, A. y V. Cachón (2008), "The Rhetorical Dimension of Stephen J. Gould's Work", en Ruse, Michael (ed.), *Oxford Handbook for the Philosophy of Science*, Oxford University Press.

Barret, P. H. (ed.) (1977), *The Collected Papers of Charles Darwin*, 2 vols., Chicago, University of Chicago Press.

_____ (1987), *Charles Darwin's Notebooks*, Cambridge, Cambridge University Press.

Bowler, P. (1993), *Biology and Social Thought: 1850-1914*, Berkeley, The Regents of the University of California.

Brockway, L. (1979), *Science and Colonial Expansion: The Role of the British Royal Botanic Gardens,* New York, Academic Press.

Browne, J. (2002), *Charles Darwin*, vol. II, The Power of Place, Knopf Inc.

Ceccarelli, L. (2001), *Shaping Science with Rhetoric. The Cases of Dobzhansky, Schrödinger, and Wilson,* Chicago, The University of Chicago Press.

Darwin, C. [1859 (1964)], *On the Origin of Species*, A Facsimile of the First Edition, Cambridge, Harvard University Press.

_____ (1871), *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex,* London, Murray.
_____ [1965 (1872)], *The Expressions of the Emotions in Man and Animals*, Chicago, University of Chicago Press.
_____ (2003), *The Voyage of H.M.S. Beagle*, London, The Folio Society.
De Beer, G. (1963), *Charles Darwin: Evolution by Natural Selection*, London, Thomas Nelson and Sons.
Dembski, W. A. y M. Ruse (eds.) (2004), *Debating Design. From Darwin to DNA,* Cambridge, Cambridge University Press.
Desmond, A. [1984 (1982)], *Archetypes and Ancestors*: *Palaeontology in Victorian London 1850-1875,* Chicago, University of Chicago Press.
_____ (1992), *The Politics of Evolution*, Chicago, The University of Chicago Press.
Desmond, A. y J. Moore (1991), *Darwin,* New York, Penguin Group.
Ellegard, A. (1990), *Darwin and the General Reader,* Chicago, University of Chicago Press.
Glick, T. (ed.) (1988), *The Comparative Reception of Darwinism*, Chicago, University of Chicago Press.
Gluckman, P., A. Beedle y M. Hanson (2009), *Principles of Evolutionary Medicine,* Oxford, Oxford University Press.
Gross, A. G. (1990), *The Rhetoric of Science*, Cambridge, Harvard University Press.
Guiselin, M. T. (1969), *The Triumph of the Darwinian Method,* Berkeley, The University of California Press.
Hodge, M. J. S. y D. Kohn (1985), "The immediate origins of natural selection", en Kohn, D. (ed.), *The Darwinian Heritage*, Princeton, Princeton University Press.
Hodge, J. y G. Radick (eds.) (2003), *The Cambridge Companion to Darwin,* Cambridge, Cambridge University Press.
Hull, D. (1973), *Philosophy of Biological Science,* New Jersey, Prentice Hall Englewood Cliffs.
Jardine, N. *et al.* (1996), *Cultures of Natural History,* Cambridge, Cambridge University Press.
Jordanova, L. (ed.) (1986), *Languages of Nature: Critical Essays on Science and Literature,* London, Free Association Books.
Kohn, D. (ed.) (1985), *The Darwinian Heritage,* Princeton, Princeton University Press.
Lenoir, T. (1987), "Review: The Darwin Industry", *Journal of the History of Biology,* vol. I, núm. 20, pp. 115-130.
Maienschein, J. y M. Ruse (1999), *Biology and the Foundation of Ethics,* Cambridge, Cambridge University Press.
Mayr, E. (1961), "Cause and Effect in Biology", *Science*, vol. 134, núm. 3489, pp.

1501-1506.
Mayr, E. y W. B. Provine (eds.) (1980), *The Evolutionary Synthesis. Perspectives on the Unification of Biology,* 2a. ed., Cambridge, Harvard University Press.
Nesse, R. M. y G. C. Williams (1994), *Why We Get Sick,* New York, Random House.
Rheinberger, H. J. y P. Mc Laughlin (1984), "Darwin's experimental natural history", *Journal of History of Biology,* núm. 17, pp. 345-368.
Richards, R. (1987), *Darwin and the Emergence of Evolutionary Theories of Mind and Behavior,* Chicago, Chicago University Press.
Ruse, M. (2005), *The Evolution-Creation Struggle*, Cambridge, Harvard University Press.
Ruse, M. y R. Richards (eds.) (2009), *The Cambridge Companion to the "Origin of Species",* Cambridge, Cambridge University Press.
Secord, J. (2000), *Victorian Sensation,* Chicago, University of Chicago Press.
Selzer, J. (ed.) (1993), *Understanding Scientific Prose,* Madison, The University of Wisconsin, Madison Press.
Sloan, P. (ed.) (1992), *The Hunterian Lectures in Comparative Anatomy (by R. Owen),* London.
Stearns, S. C. y J. C. Koella (2008), *Evolution in Health and Disease*, Oxford, Oxford University Press.
Sulloway, F. J. (1982a), "Darwin and his Finches: The Evolution of a Legend", *Journal of the History of Biology,* núm. 15, pp. 1-53.
______ (1982b), "Darwin's conversion: The Beagle Voyage and its Aftermath", *Journal of the History of Biology,* núm. 15, pp. 325-396.
Wimsatt, W. (1976), "Reductive Explanation: a functional account", *Boston Studies in the Philosophy of Science,* núm. 32, pp. 671-710.
Young, R. (1985), *Darwin's Metaphor: Nature's Place in Victorian Culture,* Cambridge, Cambridge University Press.

Contribuciones históricas

Darwin el científico

Janet Browne[1]

Durante los festejos con motivo de Darwin celebrados en 2009, científicos y académicos alrededor del mundo abrazaron la oportunidad de reflejar todos los logros obtenidos por Charles Darwin. Como figura histórica, Darwin puede tener diversos significados para la gente. La mayoría de nosotros poseemos una afección particular por el joven que navegó en el *H.M.S. Beagle* y publicó los relatos de su viaje en 1839 bajo el título *Diarios de investigación (Journal of Researches)*, el cual es considerado un texto clásico de la literatura victoriana de travesías (C. Darwin, 1989). En libros, artículos y documentales hemos disfrutado echar un vistazo a cómo creaba sus ideas, a sus comentarios incisivos de aquellos lugares que visitó, así como a su prosa clara y fluida. Más adelante en su vida, Darwin también escribió una conmovedora autobiografía (titulada por él mismo como *Recolecciones del desarrollo de mi mente y carácter [Recollections of the Development of my Mind and Character]*) que ha atrapado la imaginación de generaciones de lectores, tanto al interior como al exterior de la ciencia. En esas recolecciones, un Darwin envejecido miraba en retrospectiva su vida y tiempo, manteniendo una gran generosidad y afecto por sus amigos y familia (Barlow, 1958). De hecho, Darwin dejó un rico y excepcional registro que de alguna manera acorta la división de los siglos. Sentimos que era un hombre al cual hubiéramos querido conocer, alguien único y especial.

[1] Traducción de María Isabel Carrera Zamanillo.

Sobre todo, en 2009 Charles Darwin es celebrado con justicia por su magnífico libro *El origen de las especies por medio de la selección natural (On the Origin of Species by Means of Natural Selection)*, publicado en Londres en noviembre de 1859, en una tormenta de controversia (C. Darwin, 1859, 1958). Este libro hizo de Darwin uno de los más prominentes naturalistas en el mundo, "primero entre los científicos de Inglaterra", como el filósofo socialista Edward Aveling lo describiera. Incluso Alfred Russel Wallace, quien de manera independiente formuló la misma idea de evolución por selección natural, dijo que "el Sr. Darwin ha dado al mundo una nueva ciencia y su nombre debería, en mi opinión, sobresalir sobre todo filósofo de tiempos antiguos o modernos". Como Wallace lo predijo, las ideas de Darwin descansan en el corazón de opiniones divididas que aparecieron durante el siglo XIX e incluso posteriormente (Browne, 2002, 2006). Las corrientes de pensamiento que surgieron a partir de la teoría de evolución por selección natural han guiado e impulsado la investigación por 150 años. Hoy en día, enriquecido enormemente por el campo de la genética y diversificado en el ámbito intelectual, el darwinismo se mantiene de manera segura dentro del conocimiento científico de avanzada.

Tampoco hace falta recordar que su libro generó una intensa atención, no sólo por el poderoso alcance de sus propuestas o el cuidadoso análisis que Darwin realizó sobre el problema del origen de animales y plantas, así como por su enorme acumulación de evidencia, sino también por la impactante ausencia –para algunos, la *libertadora* ausencia– de cualquier alusión de la historia bíblica de la creación. Darwin postuló un proceso natural por completo para explicar las características de los seres vivos que percibimos a nuestro alrededor. Esta extraordinaria combinación de atributos garantizó la generación de una discusión en la Inglaterra victoriana. ¿Debería descartarse a Dios como explicación para el aparente diseño y armonía del mundo? ¿Acaso Darwin sugería que los humanos tenemos de manera natural a los monos como ancestros? Éstas son grandes interrogantes que se siguen preguntando en la actualidad. *El origen de las especies* debe ser considerado como uno de los mayores eventos de publicación en el siglo XIX que cambió la manera en que las personas pensaban de sí mismas y ayudó a forjar los cimientos del mundo moderno.

Lo que es menos apreciado, incluso algunas veces por los mismos biólogos, es el rango de intereses científicos de Darwin, de la geología y los arrecifes coralinos hasta los estudios taxonómicos de percebes, expresiones humanas, la domesticación de plantas y animales hasta la fisiología vegetal. Darwin era un experimentalista sobresaliente quien diseñó muchas técnicas efectivas para poner a prueba el mundo natural. Llevados a cabo con herramientas simples, estos experimentos condujeron a la comprensión de procesos tan diversos como el papel de las lombrices de tierra en el reciclaje de

la tierra, o los movimientos de plantas trepadoras en su búsqueda por hallar soporte. Este aniversario brinda la oportunidad para mirar por encima del constante escándalo de la evolución y celebrar a Darwin, el científico.

Celebridad

Darwin como científico se pierde frecuentemente en el calor y el humo de la controversia. Durante su vida, para estar seguro, él se transformó en un ícono, uno de las primeras celebridades de la ciencia. Esta importante celebridad mantenía un agradable aire de antiguo –en esos días la organización de medios asociados a la creación de la fama estaba emergiendo–, pero comenzaba a forjarse el culto a Darwin. En los años posteriores a *El origen de las especies*, las personas que tenían algunos chelines para gastar, si así lo deseaban, podían adquirir una figura de cerámica de un chimpancé contemplando un cráneo humano, o comprar cualquier número de postales fotográficas con el retrato de Darwin. Hurgando más profundo en sus bolsillos, podían acceder a una edición limitada del retrato de Darwin tomado por la fotógrafa de sociedad Julia Margaret Cameron y vendido por la galería de Colnaghi ubicada en Bond Street, cada uno autenticado por una estampa de la galería y de la fotógrafa. O bien pagar para ver a Julia Pastrana, una mujer lanuda que se anunciaba como "el eslabón perdido", y quien recorrió Europa en 1862. Los conocedores británicos eran capaces de encargar una elegante pieza de loza de Wedgwood decorada con un árbol evolutivo; cantar a dueto en el piano "Darwinian Theroy" (*Teoría darwiniana*); e incluso la firma agrícola G. W. Merchant, de Lockport, cerca de Rochester, Nueva York, anunciaba un aceite para hacer gárgaras con un mono darwiniano que cantaba:

> Si yo soy el abuelo de Darwin,
> entonces, no lo ves,
> que lo que es bueno para el hombre y la bestia
> es doblemente bueno para mí.
>
> *If I am Darwin's Grandpa*
> *It follows, don't you see,*
> *That what is good for man & beast*
> *Is doubly good for me.*

Todos estos productos comerciales provocaron que la controversia en torno al origen de los humanos fuera completamente tangible para la generación de Darwin y las que le siguieron (Browne, 2003).

Darwin también era uno de los pocos científicos caracterizado en una extraordinaria variedad de caricaturas. Los ilustrados victorianos se hicie-

ron de esta oportunidad. "¿Soy un hombre y el hermano?", preguntaba un gorila en mayo de 1861 en el número de la graciosa revista británica *Punch*, que daba eco a la percepción popular del trabajo de Darwin (Clark, 2009). A pesar de que Darwin no mencionó la evolución humana o la posible línea ancestral de los humanos en *El origen de las especies,* éste era el tema que dominó el debate tras su publicación. La notoria confrontación entre el obispo Samuel Wilberforce y Thomas Henry Huxley en la reunión de la Asociación Británica para el Avance de la Ciencia celebrada en julio de 1860, hizo notorio el punto. La pregunta de si acaso descendemos de los monos o los ángeles rápidamente se convirtió en el tema alrededor del cual las teorías de Darwin y Wallace eran discutidas (Browne, 2001).

> ¿Soy sátiro o humano?
> Quien pueda dígamelo,
> y establezca mi posición en la escala.
> ¿Un hombre en la forma de mono,
> un mono antropoide,
> o un chango privado de su cola?
>
> *Am I satyr or man?*
> *Pray tell me who can,*
> *And settle my place in the scale.*
> *A man in ape's shape,*
> *An anthropoid ape,*
> *Or monkey deprived of his tail?*

Estos movimientos culturales y sociales indican el gran interés de los contemporáneos de Darwin, quien se estaba transformando en la cara pública de la evolución. De hecho, pocas teorías científicas se dispersaron en ese tiempo tan lejos o tan rápido como la teoría de la evolución por selección natural. A menos de diez años de la publicación de *El origen de las especies,* ya se habían publicado 16 diferentes ediciones en inglés (incluyendo las Islas Británicas y Norteamérica) y traducciones al alemán, francés, holandés, italiano, ruso y sueco, acompañadas por importantes comentarios, críticas, pasajes y textos de soporte de otros autores. Habrían de venir muchas más. A la fecha, se han publicado 255 ediciones en inglés y se ha traducido a 29 idiomas incluidos el turco, hindú, ucraniano y hebreo, además de una edición en braille (Freeman, 1977). Esto significa que cada vez más personas alrededor del mundo se han topado con el trabajo de Darwin y son capaces, si así lo desean, de participar en lo que se ha transformado en uno de los primeros debates internacionales de la ciencia.

El experimentalista

Sin embargo, ¿en dónde queda el científico a todo esto? Darwin fue un activo y frecuentemente inspirado experimentalista y naturalista. Aunque trabajaba en el hogar, transformó su casa y jardines en una versión victoriana de una estación moderna de investigación. En los años posteriores a la publicación de *El origen de las especies*, Darwin continuó con un sorprendente e intenso ritmo de trabajo. Construyó la teoría de la selección sexual, divisó la teoría de la herencia, exploró la coadaptación entre plantas e insectos en pos de la fertilización, experimentó en plantas híbridas, documentó la línea ancestral animal de los humanos, y profundizó su estudio acerca de los propósitos adaptativos detrás de la evolución de los sexos. Su mayor publicación tras *El origen de las especies* incluyó un importante estudio de la variación bajo domesticación (1868) que llevó a Darwin a discutir temas como herencia, variación y transmisión, que sería conocido posteriormente como información genética. Hizo contribuciones perdurables a la ciencia de la humanidad en *El origen del hombre (Descent of Man)* (1871), y al estudio de la evolución de las expresiones humanas en *La expresión de emociones en los animales y en el hombre (The Expression of Emotions in Man and Animals)* (1872). Sus menores publicaciones abarcaron desde la dispersión de semillas hasta la transmisión de características ancestrales tales como las franjas a lo largo de varias generaciones de caballos (Wyhe, 2009).

Éste es el Darwin que dijo, en su autobiografía, que era bueno identificando y observando cuidadosamente aquellas cosas que probablemente escaparían de la atención de otros. Se decía a sí mismo que tenía que aprender a ser paciente en la obtención de resultados y que una dosis extra de ambición nunca haría daño. "Desde mi juventud temprana he tenido el más fuerte deseo por entender o explicar cualquier cosa que observo, esto es, por agrupar todos los hechos bajo algunas leyes generales" (Barlow, 1958). En realidad, él se describía a sí mismo como un experimentalista en una época en donde casi no existían laboratorios.

Al respecto, la casa de Darwin era sin lugar a dudas su laboratorio. Su estudio era el centro de control. Este estudio constituía un espacio intelectual, pero no directamente comparable con una oficina académica. El cuarto era completamente doméstico, lleno de muebles victorianos característicos de una clase media alta, con retratos de las personas a las que más amaba y respetaba sobre la chimenea, una o dos sillas confortables, una alfombra roja turca, incluso, en una de las esquinas figuraba una estancia con cortinas, que demarcaba una pequeña área para lavarse y cambiarse antes de ir a la cama. Ahí guardaba sus objetos de rasurado (en años anteriores a la barba) y una bacinica. Aun así, dentro de su estudio condujo experimentos con plantas, lombrices y semillas; trabajó en su microscopio; realizó disecciones; planeó

proyectos y escribió todos sus libros. Sus abarrotados libreros los mantenía detrás del sillón, mientras sus implementos químicos y su simple microscopio los mantenía a la mano. No utilizó un escritorio. Escribía sentado en un gran sillón de cuero, con una tabla en sus rodillas. A lo largo de estos años Darwin fue también un hombre de familia, un amoroso padre de diez hijos, de los cuales siete llegaron a la edad adulta. Su espacio no era enteramente sacrosanto. Los hijos de Darwin se sentían libres de correr dentro y fuera del estudio para pedir objetos que pudieran ocupar en sus juegos. Se sentaban en el taburete con ruedas utilizado por su padre como asiento para trabajar en el microscopio, y utilizaban el bastón de Darwin como bate. Éste fue el cuarto en donde Darwin pasó más años estudiando a los percebes bajo el microscopio que a uno de sus hijos; cuando un pequeño niño visitaba a otro para jugar, inocentemente preguntaba por los percebes de su padre (F. Darwin, 1887, vol. 1, p. 136).

Era también el cuarto desde donde Darwin ejecutaba su investigación y publicaba sus aventuras. Darwin no se comprometió activamente con debates públicos, prefiriendo que amigos inteligentes como Thomas Henry Huxley llevaran sus teorías al ojo de la tormenta, ni jamás participó directamente en ellas a través de la correspondencia. Existen unas 14 500 cartas de y para Darwin, albergadas principalmente por la Biblioteca de la Universidad de Cambridge, Reino Unido, y por la Sociedad Filosófica Americana en Filadelfia, las cuales muestran la extensión de las redes de Darwin alrededor del globo y la manera en que él utilizaba las cartas para recoger información y como estrategia para promover sus ideas (Burkhardt *et al.*, 1985). Una investigación reciente de la historia de los logros y la prevaleciente visión de Darwin muestra que estaba activamente embebido en una red de correspondencia que materialmente aceleró la recepción de su trabajo.

Podemos pensar que el escribir cartas era algo que sólo se daba en el siglo XIX. Resulta interesante analizar un mundo en donde la correspondencia victoriana era el vehículo más importante para la comunicación científica, en donde los resultados experimentales eran sistemáticamente circulados, en donde se postulaban propuestas, se modificaban conclusiones y las respuestas eran evaluadas. Antes de la aparición de publicaciones científicas –la revista *Nature* se fundó en 1869– era usual mantenerse al día a través de redes de correspondencia poco estructuradas. Claro que muchas publicaciones científicas existieron durante el siglo XIX, sirviendo a una gran variedad de audiencias (Cantor y Shuttleworth, 2004). Pero estudios recientes sugieren que la investigación, para ese tiempo, se publicaba en su mayoría primero en libros o en gacetas de sociedades especializadas. Es sólo hasta el inicio del siglo XX cuando las revistas académicas se transformaron en el primer lugar de publicación. Sin embargo, el intercambio de cartas era un procedimiento científico esencial para victorianos como Darwin. Para ese

tiempo no existía una línea clara de división entre lo público y lo privado, como existe ahora, y mucha de la "publicación" se daba en cartas dirigidas a varios destinatarios. Un aspecto importante de este patrón de las comunicaciones decimonónicas permanece hoy en día en convenciones por la que revistas como *Nature* publican importantes y novedosos resultados en cartas dirigidas al "editor". Darwin esperaba cada día con entusiasmo las cartas y colocó un pequeño espejo en la ventana de su estudio para observar cuando el cartero se acercaba.

El trabajo como parte de la vida diaria

Es por tanto posible atribuir a Darwin intensas prácticas de trabajo como parte de la vida diaria. Era afortunado de contar con riquezas propias y no depender de un trabajo pagado. La investigación sobre la cual se escribió *El origen de las especies* refleja este mundo personal lleno de opulencia y privilegios: un mundo de aristócratas terratenientes suficientemente acomodados y bien educados como para realizar algunos experimentos en horticultura o economía agrícola; un mundo en donde una copiosa correspondencia representaba una conexión vital con la opinión contemporánea; un mundo de estabilidad y prosperidad en donde las ventajas de una rápida industrialización no daban cuenta suficiente de la vida del campo (Desmond y Moore, 1991; Browne, 1995, 2002). Los experimentos de Darwin en plantas y animales los llevaba a cabo en su propio establo, invernadero o jardín. Utilizaba organismos domésticos obtenidos del catálogo de criadores o hacendados. Cualquier libro de investigación dependía de una suscripción a bibliotecas privadas o de membresías a sociedades científicas selectas de Londres. Ocasionalmente, anhelaba adquirir especies exóticas, siendo ésta la principal causa por la que intercambiaba correspondencia con Alfred Russel Wallace, en Malasia, en 1856 (Buckhardt *et al.*, 1985). Más tarde, gran parte de su correspondencia de botánica estaba dominada por la urgencia por obtener raras orquídeas o plantas carnívoras para experimentación. Joseph Hooker, del Royal Botanic Gardens Kew de Londres, era un fiel amigo que algunas veces le suministraba de materiales interesantes provenientes de invernaderos propiedad del gobierno. En una ocasión, Darwin se encontraba afligido, pues notó que sin darse cuenta había destruido una valiosa Oxalis que Hooker le había enviado para estudiar la latencia en plantas. Su espacio de investigación tenía un ambiente doméstico. Investigaciones sobre la estabilidad de los pichones o de las razas de aves de corral le llevaron a admirar a los pájaros como mascotas. Los perros de la familia se convirtieron en objetos de observación minuciosa cuando comenzó a explorar las expresiones y emociones de los animales.

Es importante resaltar este punto, ya que parte de la confianza proporcionada por elementos comunes de la vida victoriana –cartas y pequeñas

exploraciones experimentales alrededor de animales y plantas relativamente accesibles– generaron el sobresaliente cuerpo de material de observación sobre el cual *El origen de las especies* descansa. Darwin sentía cierto orgullo por lo ordinario, a pesar de que podamos observar algo especial en retrospectiva. Cuando su hijo compiló información sobre las recolecciones de su padre para escribir el libro *La vida y las cartas de Charles Darwin (The Life and Letters of Charles Darwin,* 1887), Francis subrayó:

> Si bien él [Darwin] poseía un poder teórico listo para fluir en cualquier canal al más mínimo cambio, ningún hecho, por pequeño que fuera, podía pasar desapercibido sin dar pie a un flujo de teoría y sin adquirir una gran importancia. En este sentido, teorías inadmisibles venían a su mente, pero afortunadamente su gran imaginación estaba igualada por su poder para juzgar y condenar sus propios pensamientos. Era justo con sus teorías y no las condenaba sin antes analizarlas, por lo que estaba dispuesto a probar aquello que muchos considerarían una pérdida de tiempo (F. Darwin, 1887, vol. 1, p. 149).

Darwin también favorecía la ingenuidad y la simpleza. Cuando el naturalista francés Alphonse de Candolle fue a visitar a Darwin a su casa en la década de 1870, encontró al autor de *El origen de las especies* trabajando en su invernadero con plantas carnívoras utilizando para ello pocas herramientas a excepción de una balanza química escolar y algunos marcadores de estaño para plantas. Todos los químicos utilizados por Darwin en sus experimentos en torno a la digestión de las plantas provenían del hogar –amonio, cerveza, orina, baba y nicotina. Las plantas con las que trabajaba estaban sembradas afuera, en el jardín de la cocina, mientras que partes del césped fueron seccionadas para poder registrar el número de especies capaces de crecer en un área demarcada. Aun estas observaciones se llevaban a cabo con un proceso arduo de análisis. Todos los días Darwin recorría un número de circuitos alrededor de lo que denominara su camino de pensamiento, "el camino de arena", para ponderar cualquier cuestión que rondara su mente.

Darwin no trabajó solo. Una característica sobresaliente de sus proyectos era la ayuda que el mismo Darwin pedía a amigos, a familiares e incluso a enemigos. Sus hijos se convirtieron en asistentes desde muy pequeños. Por lo general, Darwin pasaba los meses del verano estudiando insectos polinizadores o bien podría usar el velo del sombrero de su esposa para cubrir alguna planta. También pasaba varias horas al día observando hormigas o lombrices. A los cinco años de edad, su hijo Leonard corrió hacia una flor del jardín y exclamó "tengo un hecho por hacer", una clara evidencia de que el trabajo de Darwin se concentraba en el hogar. Los miembros de su familia estaban acostumbrados a las investigaciones de su maestro.

Al interior de su casa, la esposa de Darwin, Emma, ejercía como secretaria, copiando secciones de *El origen de las especies* antes de su publicación, y ayudando con la correspondencia cuando él se sentía indispuesto. Emma Darwin leyó los borradores de *El origen de las especies*, una muestra de que sus creencias religiosas no detenían el sentido pragmático del trabajo de Darwin. Tiempo después, cuando su hija Henrietta era mayor, fungía como editora para Darwin, revisando el estilo de otros borradores. Esta mano femenina es frecuentemente ignorada por los historiadores (Harvey, 2009). Las páginas editadas por Henrietta, que se encuentran bajo el resguardo del archivo de Cambridge, muestran comentarios al margen de la misma Henrietta: "ésta es una oración horrorosa". Ella también corrigió los borradores de *El origen del hombre* para su padre, quien en agradecimiento le envió una fuerte cantidad de dinero como regalo. Toda la familia estaba envuelta en el trabajo de Darwin de una forma u otra. Incluso la institutriz de los niños era llamada para ayudar con la traducción de algunos textos biológicos en alemán. De esta manera las investigaciones de Darwin se convirtieron en un cometido familiar. Él fue uno de los últimos aristócratas de la ciencia con suficientes recursos económicos como para trabajar en casa, fuera de instituciones académicas.

Un talento para experimentar

Francis Darwin estaba convencido de que mucho del talento de su padre descansaba en la necesidad de observar las cosas por sí mismo:

> Había una característica mental que parecía representar una ventaja especial y extrema que lo llevaba a realizar descubrimientos. Era el poder de nunca dejar excepciones sin estudiar. Todo el mundo considera una excepción como hecho cuando son llamativas y frecuentes, pero él poseía un instinto especial para descubrir excepciones[…] Otra cualidad demostrada en su trabajo experimental era su poder de enfocarse en un tema; él incluso llegaba a disculparse por su paciencia, diciendo que no se daría por vencido, como si fuera una debilidad de su parte. Con frecuencia decía "hay que ser tenaz al hacerlo" y creo que esta tenacidad expresaba su marco de pensamiento mejor que la perseverancia. La perseverancia no muestra del todo el aguerrido deseo por revelar la verdad (F. Darwin, 1887, vol. 1, pp. 148-149).

El trabajo más importante de Darwin después de *El origen de las especies* fue sin duda alguna el que llevó a cabo en torno a los humanos (Desmond y Moore, 2009). Durante la travesía del *Beagle* e incluso tiempo después, realizó notas acerca de la humanidad, formulándose a sí mismo preguntas

profundas acerca de la antropología física y cultural, de la vida mental y moral de los humanos, de metafísica, de historia y de demografía. Durante las décadas de 1860 y 1870 hizo una extensa revisión de estos materiales, expandiendo dramáticamente su panorama. Su investigación preparatoria para *El origen del hombre* (1871) le llevó a desarrollar completamente su concepto de selección sexual y requirió de un extenso trabajo de documentación acerca del reino animal antes de que se sintiera lo suficientemente seguro como para explicar los orígenes de la diversidad humana (C. Darwin, 2004). Para ese libro intercambió correspondencia con antropólogos y viajeros de todo el mundo con el fin de discutir las diferencias y similitudes entre humanos. Uno de sus objetivos era mostrar que la actividad mental de los humanos pudo haber derivado de la de los animales, ampliamente relacionada con los orígenes del lenguaje, de creencias religiosas y del sentido moral, para reunir evidencia de que los animales poseen las mismas características, pero en diferentes niveles de desarrollo.

Al año siguiente publicó su libro *La expresión de las emociones* (1872), una secuela crucial de *El origen del hombre*. En este texto continuaba explorando el argumento acerca de ciertas conexiones entre los humanos y los animales al documentar la vida mental de los seres humanos, sugiriendo que la musculatura facial y por tanto las emociones relacionadas a ésta, podrían estar conectadas con la presente en ancestros animales (C. Darwin, 1988, 2009). Este libro requirió de un gran proyecto internacional de investigación que convocó a artistas, fotógrafos, así como antropólogos. Uno de los elementos de soporte provino de mujeres en la familia Darwin, quienes habían realizado observaciones de sus hijos para él. Darwin también observó cuidadosamente a sus hijos cuando eran bebés, sin tener algún problema al compararlos con bebés orangutanes que había observado en el zoológico de Londres (Keynes, 2001).

Cada cierto tiempo buscaba gente apropiada para ayudarlo. Oscar Reilander, el fotógrafo sueco de arte, vivió en Londres y participó en las investigaciones de Darwin. Reilander fue pionero en la fotografía compuesta y estaba ansioso por experimentar con diferentes técnicas para Darwin. Se fotografió a sí mismo realizando exageradas imitaciones de las expresiones emocionales de actores de la escena londinense, algunas de las cuales Darwin reprodujo en su libro. En una imagen compuesta que Reilander envió a Darwin, se observaba al fotógrafo riendo en una toma y llorando en la otra, una pieza de destreza técnica que facilitó la comparación de la musculatura estudiada a fondo hasta un siglo después (Prodger, 2009).

A pesar de lo ingenioso, los experimentos de Darwin se realizaban relativamente a pequeña escala. Esto resultó evidente cuando Francis Darwin viajó en 1875 a Württemberg para trabajar con el gran fisiólogo de plantas Julius Sachs. Sachs poseía el laboratorio más avanzado de toda Europa, el cual estaba repleto de costosos aparatos fisiológicos que hicieron a Francis

envidiarlo. Su padre estaba convencido de que no requería ninguno de esos instrumentos en la casa de Down, aunque permitió a Francis comprar un microscopio Zeiss, que aún se puede apreciar en el museo de Darwin. A su regreso del laboratorio de Sachs, Francis inició una nueva línea de investigación sobre el movimiento de las raíces y brotes de las plantas, y le enseñó a su padre cómo improvisar un tambor giratorio de papel ahumado al amarrar un pequeño cilindro a la cara abierta de un reloj. Cuando se publicó el libro que escribieron en conjunto sobre Sachs *(The Power of Movement in Plants,* 1880), criticó ferozmente los resultados al asegurar que el trabajo realizado en una casa de campo simplemente no podía igualar los resultados experimentales de un laboratorio (Chadarevian, 1996). Darwin se disgustó, por decir lo menos; sin embargo, algunas de sus propuestas en cuanto a tropismo fueron probadas en las décadas de 1920 y 1930.

Conclusiones

¿Qué se puede obtener de toda esta actividad? En este año de aniversario y conmemoración es necesario reconocer a Darwin como magnífico teórico y como escritor dotado. Podemos verlo como alguien que vivió y trabajó en una red social vigorosa y no como un heroico y solitario individuo. Podemos admirar su modestia, reflejada sin más rodeos en unas cuantas palabras escritas a Huxley en la cúspide del debate acerca de *El origen de las especies*: "Desearía poder sentir que lo merezco".

Pero es también bueno recordar su habilidad para conectar la observación con la teoría, su persistencia, ambición y buen sentido del humor, todas ellas excelentes cualidades a promover en el trabajo moderno de laboratorio. Él fue un excelente científico experimental. A raíz de la visita al hogar Darwin en 1878, el periodista inglés Edmund Yates se decía convencido de haber estado ante la presencia de una gran mente inquisitiva:

> Sin siquiera un átomo de celosía científica, él está siempre listo para exponer su visión, para narrar los resultados de los delicados experimentos en los que se encuentra perpetuamente ocupado, y por asistir a otros investigadores desde el almacén de la experiencia que ha determinado el campo de la ciencia natural por completo, y las conclusiones de una mente entrenada para razonar aquellos hechos verificados por la observación actual. Ningún naturalista de este u otro tiempo se ha confinado a sí mismo de manera tan estricta para probar los hechos y entregarse a la labor de la investigación original. La razón de este cuidado excesivo se puede encontrar en el pilar de la filosofía darwiniana: *La vérité quand méme*; la búsqueda de la verdad ante cualquier obstáculo y sin temor a las consecuencias (Yates, 1878, p. 224).

Bibliografía

Barlow, N. (ed.) (1958), *The autobiography of Charles Darwin 1809-1882,* con las omisiones originales reinsertadas, apéndice y notas de su nieta Nora Barlow, Londres, Collins.

Browne, E. J. (1995), *Charles Darwin: Voyaging,* vol. 1, Nueva York, Alfred Knopf Inc.

_____ (2001), "Darwin in Caricature: A Study in the Popularisation and Dissemination of Evolution", *Proceedings of the American Philosophical Society,* núm. 145, pp. 496-509.

_____ (2002), *Charles Darwin: The Power of Place,* vol. 2, Nueva York, Alfred Knopf Inc.

_____ (2003), "Charles Darwin as a celebrity", *Science in Context,* núm. 16, pp. 175-194.

_____ (2006), *Charles Darwin's Origin of Species: A Biography,* Londres, Atlantic Books.

Burkhardt, F. H., S. Smith *et al.* (eds.) (1985), *The Correspondence of Charles Darwin,* Cambridge University Press, 16 vols.

Cantor, G. N. y S. Shuttleworth (eds.) (2004), *Science Serialized: Representation of the Sciences in Nineteenth-Century*, Cambridge, MIT Press.

Chadarevian, S. de (1996), "Laboratory science versus country-house experiments. The controversy between Julius Sachs and Charles Darwin", *British Journal for the History of Science,* núm. 29, pp. 17-41.

Clark, C. A. (2009), "You are Here: Missing Links, Chains of Being, and the Language of Cartoons", *Isis,* núm. 100, pp. 571-589.

Darwin, C. R. (1859), *On the Origin of Species by Means of Natural Selection, or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life,* Londres, John Murray.

_____ (1958), *On the Origin of Species: A Facsimile of the First Edition,* introducción de Ernst Mayr, Cambridge, Harvard University Press.

_____ (1988), *The Expression of the Emotions in Man and Animals,* introducción, epílogo y comentarios de Paul Ekman, 3a ed., Nueva York, Harper Collins.

_____ (1989), *Charles Darwin's Journal of Researches (1839),* introducción de Janet Browne y Michael Neve, Londres, Penguin Classics.

_____ (2004), *The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex,* introducción de James Moore y Adrian Desmond, Londres, Penguin Books.

_____ (2009), *Expression of Emotions in Man and Animals,* Cain, J. y Messenger, S. (eds.), Londres, Penguin Classics.

Darwin, F. (ed.) (1887), *The Life and Letters of Charles Darwin, Including an Autobiographical Chapter,* Londres, John Murray, 3 vols.

Desmond, A. J. y J. R. Moore (1991), *Darwin,* Londres, Michael Joseph.

_____ (2009), *Darwin's Sacred Cause,* Londres, Allen Lane.

Freeman, R. B. (1977), *The works of Charles Darwin: an annotated bibliographical handlist,* 2a ed., Reino Unido, Dawson.

Harvey, J. (2009), "Darwin's 'Angels': the Women Correspondents of Charles Darwin", *Intellectual History Review*, núm. 19, pp. 197-210.

Keynes, R. (2001), *Annie's Box: Charles Darwin, His Daughter and Human Evolution,* Londres, Fourth Estate.

Prodger, P. (2009), *Darwin's Camera: Art and Photography in the Theory of Evolution,* Nueva York, Oxford University Press.

Wyhe, J. van (2009), *Charles Darwin's Shorter Publications, 1829-1883,* Cambridge, Cambridge University Press.

Yates, E. H. (1878), "Mr. Darwin at Down. Celebrities at Home", *The World*, disponible en www.darwin-online.org.uk.

Figura 1. Charles Darwin en un retrato que se ha vuelto icónico. Fotograbado por Leopold Flameng, después del retrato en óleo por John Collier, 1881. El original se encuentra en el Linnean Society de Londres, Inglaterra. Reimpreso bajo el permiso de la Wellcome Library de Londres.

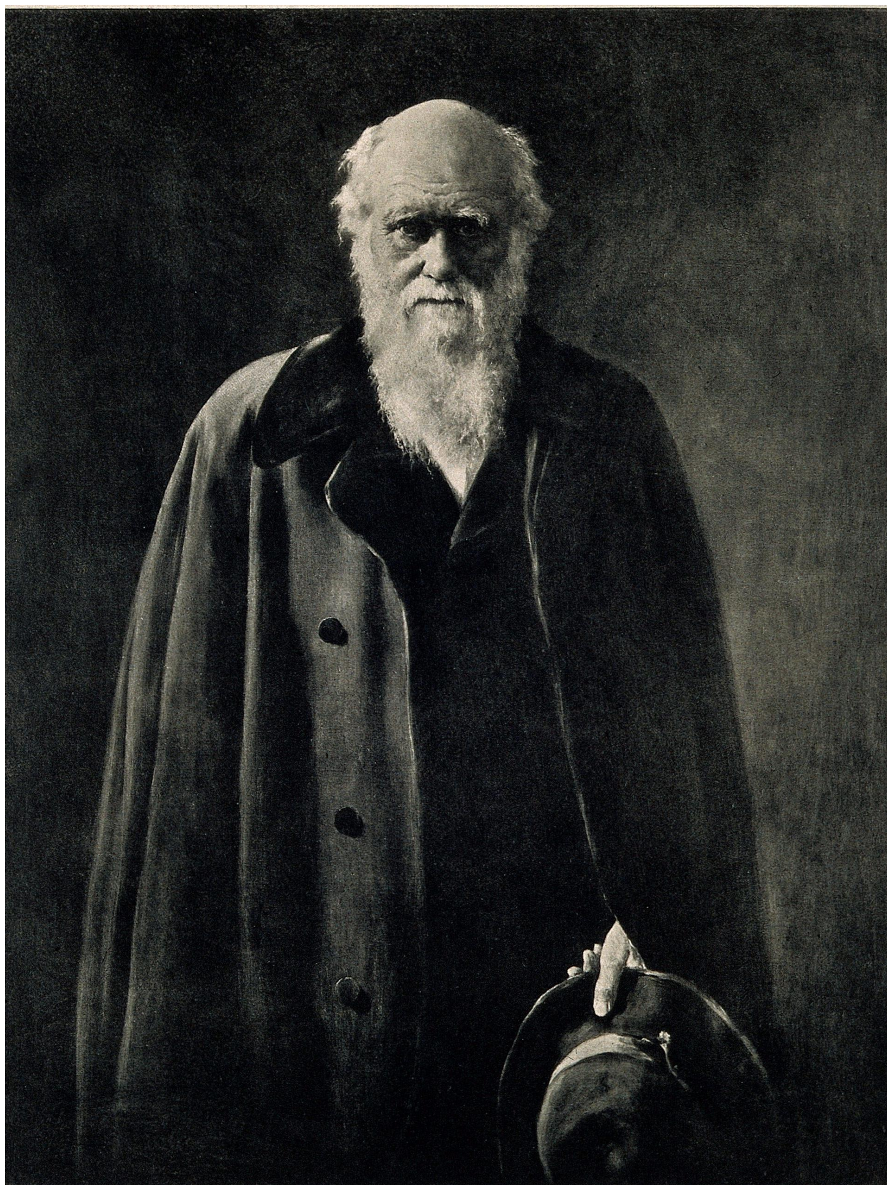




Figura 2. Casa Down, hogar de Darwin por 40 años en el condado de Kent, Inglaterra. Reimpreso bajo el permiso de la Wellcome Library de Londres.



Figura 3. Estudio de Darwin en la Casa Dawn en Kent. Habitación que usó de 1842 a 1881. De una fotografía tomada el día de la apertura de la casa como museo en 1912. Reimpreso bajo el permiso de la Wellcome Library de Londres.

E Conchis Omnia: La familia Darwin y las raíces de la medicina evolutiva

Michael F. Antolin[1]

"Y todo desde las conchas" (Fig. 1). Este lema, junto con tres veneras, apareció en el escudo de la familia Darwin que se utilizó durante finales del siglo XVIII y principios del XIX por el abuelo y el padre de Charles R. Darwin, el doctor Erasmo y el doctor Robert Waring Darwin, respectivamente (King-Hele, 1998, 1999). El lema describe la opinión del doctor E. Darwin acerca de la evolución: toda la vida, incluyendo a los humanos, desciende y se transforma desde "un único filamento viviente". En 1769 E. Darwin tenía el emblema pintado en el carruaje que utilizó para viajar en las rondas médicas dentro y en los alrededores de la ciudad de Lichfield, Inglaterra. El lema fue eliminado con bastante rapidez cuando el clérigo local, Canon Seward, publicó un poema que sugería que una práctica médica bien conocida y próspera podría ser afectada por tales demostraciones públicas de herejía. El doctor Darwin mantuvo el lema de *ex-libris* en su biblioteca, y sus opiniones transmutacionistas permanecieron en gran medida privadas hasta que comenzó a publicarlas en una serie de libros 20 años más tarde. Su hijo, R. W. Darwin, también médico, ejerció en el centro de Inglaterra en Shrewsbury durante los años de 1787 a 1840 y nunca apoyó públicamente la idea de la transmutación, pero también utilizó la cresta y el lema de *ex-libris* en su biblioteca. Había muchas razones para guardar silencio, dada la fuerza con la que E.

[1] Traducción de Marco Ornelas Cruces, Edna Suárez y Ana Barahona.



Figura 1. Escudo de armas de la familia. A) Utilizado por Erasmus Darwin y, B) El escudo de armas otorgado en 1890 a los descendientes de Robert Waring Darwin y Francis Sacheverel Darwin (Macaulay, 2009).

Darwin fue atacado por sus opiniones después de que comenzó su publicación en 1794 (Garfinkle, 1955; Desmond y Moore, 1991). En cuanto al escudo de armas, sigue siendo propiedad de la familia Darwin con el lema original "Cueva et Aude" (Cuidado y se atrevan), utilizado antes de que los doctores Darwin realizaran su intrépida enunciación (Macaulay, 2009).

Charles R. Darwin, quien saltó a la fama un siglo y medio más tarde por descubrir el mecanismo de la evolución por selección natural, se crió en una numerosa familia cerca de Birmingham en el centro de Inglaterra, que incluyó a los médicos Darwin y los industriales Wedgwood. Con sus puntos de vista liberales, religiosos y un profundo amor por la ciencia, la historia natural y la vida al aire libre, esta familia inculcó en Charles, desde una edad temprana, que la diversidad de la vida ha cambiado a lo largo del tiempo bajo la fuerza de las leyes naturales. El doctor E. Darwin murió en 1802, siete años antes de que Charles naciera y hay poca evidencia de que la transmutación fuera discutida abiertamente por Charles con su padre u otros miembros de la familia. Sin embargo, Charles escribió en su autobiografía: "...es probable que el escuchar a temprana edad tales puntos de vista sostenidos y elogiados, pudo haber favorecido el que yo los apoyara de forma diferente en mi *Origen de las especies*" (Barlow, 1958).

La manera como la familia de Charles Darwin influyó en el desarrollo de sus grandes obras sobre la evolución, está bien narrada en numerosas biografías y su propia autobiografía. El propósito de este ensayo es examinar cómo los antecedentes médicos de una familia compuesta por prominentes médicos influyó en la formación de su teoría. En este año del 150 aniversario

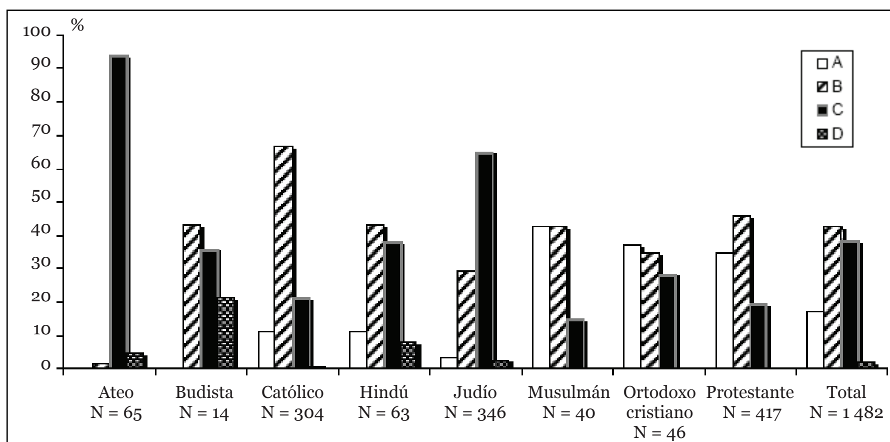
de la publicación de *El origen*, la aplicación de la biología evolutiva en la medicina está nuevamente ganando terreno (Nesse y Stearns, 2008; Gluckman *et al*., 2009; Omenn, 2010; Stearns *et al.,* 2010). Los biólogos en la mitad del siglo XIX habían aceptado ampliamente que la evolución describe con precisión la historia de la vida y la diversidad biológica, aunque el poder de la selección natural fue cuestionado durante algún tiempo.

La teoría de la evolución por selección natural es hoy la piedra angular del pensamiento biológico. Simultáneamente, la aceptación de la evolución por los médicos y la aplicación del pensamiento evolutivo en la práctica clínica y en la investigación biomédica no fue tan estable (Richardson, 1893; Zampieri, 2009; Antonovics *et al*., 2007; Porter, 1998; Desmond y Moore, 1991). Al igual que en muchas áreas de las ciencias de la vida, la forma en que la teoría de la evolución fue aceptada por la medicina tiene complejas raíces históricas y sociológicas. En Estados Unidos la opinión actual sobre la evolución entre los médicos todavía refleja un trasfondo religioso (Gráfica 1). De cualquier manera, las ciencias médicas y evolutivas se desarrollaron en paralelo durante los siglos XVIII y XIX (Porter, 1998), y la familia extendida de Charles Darwin desempeñó un papel clave en este desarrollo apoyando profundamente sus obras sobre la historia natural y la evolución.

Las descripciones del siglo XVIII de las raíces del pensamiento evolutivo usualmente suelen mencionar los puntos de vista de E. Darwin (Eiseley, 1958) basados en la transmutación y la herencia lamarckiana de los rasgos adquiridos a través de las experiencias de vida. El mismo Charles escribió poco sobre la influencia de E. Darwin en su autobiografía (Barlow, 1958) o en el bosquejo histórico que precedió ediciones posteriores de *El origen de las especies*. La extensa obra de E. Darwin en la medicina y la historia natural no son ahora ampliamente conocidos, pero durante la segunda mitad del siglo XVIII y principios del XIX, su influencia se extendía mucho más allá de su práctica médica en Lichfield y Derby. El padre de Charles, R. W. Darwin, no dejó un legado escrito que coincidiera con su padre o con su hijo, pero en general fue favorable. A pesar de la tan citada reprimenda a Charles cuando era un adolescente ("te preocupas por nada, sólo por cacería, perros o atrapar ratas, y serás una desgracia para ti y toda tu familia" [Barlow, 1958]), R. W. Darwin estaba vivamente interesado en la historia natural, contaba con jardines e invernaderos que compartía con sus hijos, y proporcionó ayuda financiera al viaje de Charles en el *Beagle* y su posterior trabajo en la historia natural (Meteyard, 1871; Barlow, 1958; King-Hele, 1999, 2003). Esto incluye los años posteriores al viaje en Londres y Cambridge (1836-1839) cuando Charles aseguró su reputación científica y concibió su teoría de la selección natural.

Aquí describo a la familia de Charles Darwin, especialmente a su abuelo y a su padre, rastreo su influencia en los principios fundamentales de la

Gráfica 1. Los resultados de una encuesta realizada en mayo de 2005, pidiendo a los médicos de América sus puntos de vista sobre el origen de los humanos, y se muestra que la creencia en la evolución humana está influenciada por los antecedentes religiosos de los médicos. Las preguntas fueron las siguientes: a) Dios creó a los humanos tal y como son ahora, b) Dios inició y guió un proceso evolutivo que ha conducido a los actuales seres humanos, c) Los seres humanos evolucionaron de manera natural sin intervención sobrenatural, no desempeñó ningún papel alguna divinidad, y d) No me gusta pensar en estas cuestiones.



Fuente: Louis Finkelstein, Institute for Social and Religious Research en The Jewish Theological Seminary y HCD Research en Flemington, New Jersey, 13 de mayo de 2005, disponible en http://www.hcdi.net/news/PressRelease.cfm?ID=93.

teoría de la evolución por selección natural, y describo influencias indirectas sobre Charles, su educación y formación. En particular, describo cómo el tiempo dedicado por Charles y su hermano Erasmus (1804-1881) en la Escuela de Medicina en la Universidad de Edimburgo fue críticamente formativo.

Los Darwin descritos brevemente

La cantidad de trabajos escritos por y sobre los Darwin es enorme, incluyendo las excelentes biografías de E. Darwin (King-Hele, 1998, 1999, 2003),[2] pocas de R. W. Darwin (Meteyard, 1871; F. Darwin, 1888; Barlow, 1958;

[2] La edición de 2003 es una biografía actualizada escrita por Charles Darwin sobre su abuelo, publicada originalmente en 1879.

King-Hele, 1998, 1999), múltiples volúmenes biográficos de Charles Darwin (Darwin, 1958; De Beer, 1964; Desmond y Moore, 1991; Browne, 1995)[3] y una autobiografía totalmente restaurada de Charles Darwin editada por su nieta Nora Barlow (Barlow, 1958). La industria Darwin se desarrolla en gran medida porque tanto E. Darwin como Charles fueron prolíficos escritores de cuadernos y cartas, y autores de varios libros. Cientos de sus archivos, manuscritos y cartas originales sobreviven y están disponibles para la investigación histórica. He podido acceder a algunas de dichas cartas en línea, ya sea como facsímile o como transcritos o versiones editadas.[4]

La familia de Charles Darwin se caracteriza por su gran tamaño y la longevidad de sus miembros (Fig. 2). Aun en los siglos XVII y XVIII no era raro para algunos de sus miembros llegar a los 60 o 70 años de edad, e incluso hasta los 90 (por ejemplo, la bisabuela de Charles, Elizabeth Hill Darwin). La crónica completa y la genealogía están fuera del alcance de este ensayo, y las descripciones de la familia, incluyendo los tiempos modernos, están fácilmente disponibles (Barton, 1958; Browne, 1995; Desmond y Moore, 1991; King-Hele, 2003). Una afinidad en toda esta familia es el interés por la ciencia y la historia natural, comenzando con E. Darwin en su formación como médico.

El primer Darwin que se dio a conocer como naturalista fue el bisabuelo de Charles, Robert Darwin (1682-1754) quien fue educado como abogado, pero se retiró a una edad relativamente joven a vivir a Elston Hall en Nottinghamshire en el centro de Inglaterra (King-Hele, 1999, 2003). Se le atribuye el descubrimiento en 1718 de un fósil del Jurásico presentado ante la Royal Society de Londres por William Stukely (1719). Es la pata trasera de un plesiosaurio, pero en ese momento se creyó que era de "un cocodrilo o marsopa[...] similares pero de las que no se ha observado con anterioridad en esta isla", y actualmente se puede ver en el Museo de Historia Natural de Londres (King-Hele, 1999). La esposa de Robert, Elizabeth Hill, aparentemente tenía una buena educación: la leyenda de Robert, que pasó a través de la familia Darwin a principios de 1700, habla tanto de la templanza practicada por los futuros Darwin, como de "una esposa que habla latín" (Barlow, 1959; King-Hele, 2003). Charles estaba al tanto de estos legados: en 1839 escribió en una carta a su primo William Darwin Fox que tenían "el derecho por descendencia hereditaria a ser naturalistas, especialmente geólogos, a través de su bisabuelo común".[5]

Después de Charles, el segundo más famoso es su abuelo, el doctor Erasmus Darwin, nacido en 1731 en Elston, el más joven de siete hijos que

[3] Una revisión crítica de las primeras biografías de Darwin está en Colp, 1989.
[4] http://www.darwinproject.ac.uk:Darwin Correspondence Project.
[5] Véase carta 541 disponible en http://www.darwinproject.ac.uk/entry-541/.

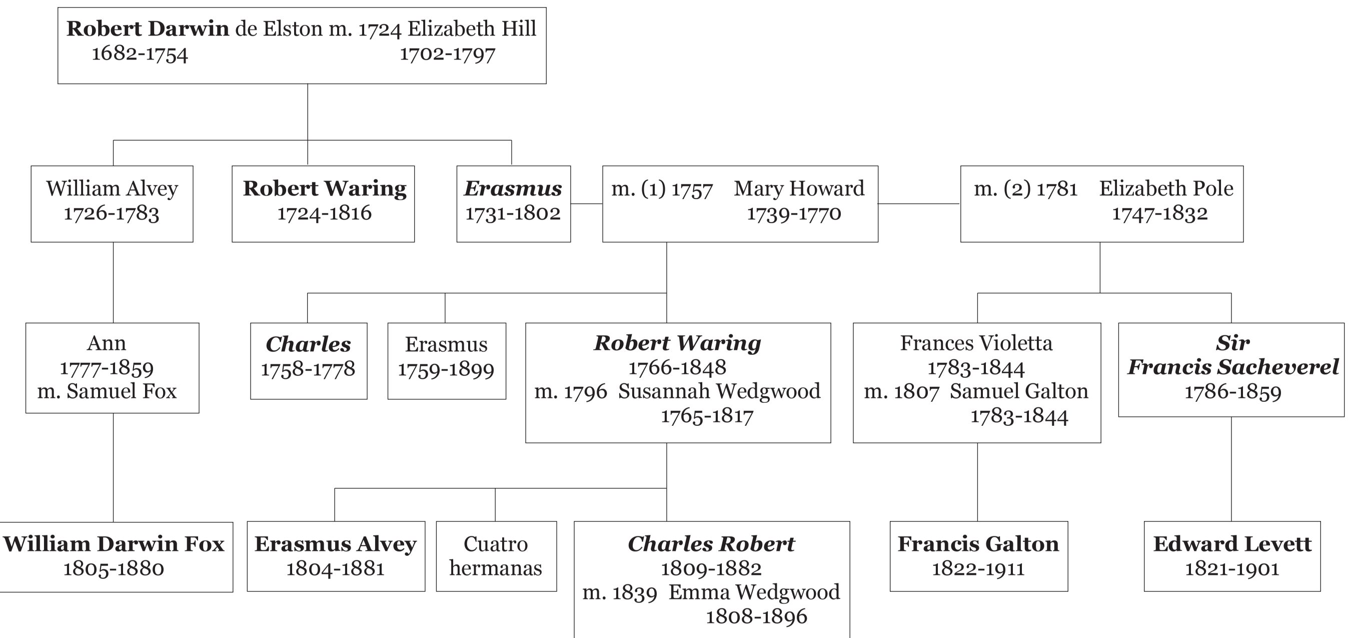


Figura 2. Una genealogía parcial del árbol de Darwin que se extiende desde el siglo XVII a la generación que incluye a Charles R. Darwin (extraído de F. Darwin, 1988; Barlow, 1958). Los nombres en negritas y cursivas son aquellos que asistieron a la Escuela de Medicina (incluso si no practicaron la medicina), y los que están solamente en negritas son aquellos que se convirtieron en naturalistas por trabajos publicados. De sus propios hijos, Charles toma nota: "Algunos de mis hijos han dado muestra de un gusto aparentemente innato para la ciencia" (King-Hele, 2003, p. 16). Y al igual que E. Darwin, R. W. Darwin y Charles, tres de los hijos de este último, George (la astronomía y las matemáticas desde 1845 hasta 1912), Francis (botánica, 1848-1925) y Horace (ingeniería civil de 1851-1928), fueron elegidos miembros de la Royal Society (Freeman, 1982; King-Hele, 1999). Otro de sus hijos, Leonard (1850-1943) se convirtió en presidente de la Sociedad de Educación Eugenicista de Gran Bretaña (carta a *The New York Times*, el 21 de diciembre de 1912).

sobrevivieron hasta la edad adulta. Su hermano mayor, Robert Waring, publicó un volumen sobre las plantas, los *Principia Botanica* que describen y traducen al inglés, el sistema de clasificación linneana. El volumen fue reimpreso varias veces incluyendo una edición de 1810 que Charles finalmente leyó (King-Hele, 1999). Otro miembro destacado de esta generación es William Alvey, un abogado de Londres que era el abuelo de William Darwin Fox, amigo y primo de Charles y corresponsal regular. William Fox fue un clérigo y naturalista ávido, y publicó algunos trabajos sobre la geología de la Isla de Wight. Charles da crédito a su primo por introducirlo en la colecta de escarabajos cuando eran estudiantes en Cambridge a finales de 1820 (Barlow, 1958).

En el siglo XVIII el doctor Erasmus Darwin fue una gran figura con mucha influencia en su medio y fue conocido como médico, naturalista, inventor, constructor de canales y poeta. Existen biografías escritas por Charles Darwin (King-Hele, 2003) y especialmente por Desmond King-Hele (1998, 1999).

Erasmus Darwin practicó medicina la mayor parte del tiempo cerca de Birmingham, en la ciudad de Lichfield (1756-1783), y más tarde se trasladó a Derby donde pasó casi todo el resto de su vida. Un libro de memorias escrito poco después de su muerte por Anna Seward (1804), que conocía su ingenio poético, fue muy leído, pero también duramente criticado por la familia Darwin por estar lleno de "calumnias" sobre asuntos personales, por lo que era considerado no digno de fiar (Barlow, 1959; King-Hele, 2003). Erasmus Darwin fue llamado "el célebre Dr. Darwin" y fue conocido tanto por sus versos poéticos, especialmente por el largo poema "El jardín botánico" (1789), como en el campo de la medicina.

Asistió a la Escuela de Medicina en Cambridge y Londres, y luego en Edimburgo, Escocia (1753-1756). Durante este periodo, en Europa, la ciencia médica descartaba viejas ideas que veían al cuerpo humano como una serie de sistemas hidráulicos pasivos guiados por las leyes físicas de Newton, atribuidas a Boerhaave en Leiden (Holanda). La Escuela de Medicina de Edimburgo estaba involucrada con este cambio, y postulaba que la medicina y la enfermedad debían ser entendidas en términos biológicos. Es decir, los sistemas del cuerpo desarrollados a través de los movimientos internos derivados de fuerzas vitales es algo análogo a la electricidad, misma que fue descubierta por la misma época. Por ejemplo, el latido del corazón puede ser entendido como la irritabilidad de las fibras nerviosas y la sensibilidad de los músculos del corazón para la contracción (Greene, 1959; Porter, 1985, 1998). Más aún, el cuerpo humano debía entenderse como la interacción de sus órganos y tejidos, cómo se formaron sus partes y la manera en que las sustancias se mueven entre ellos. Estos también fueron los días en que la idea del homúnculo preformado fue anulada: la generación y el crecimiento del cuerpo no lo

eran a partir de una miniatura totalmente formada, sino por la epigénesis de partes más complejas a partir de formas más simples durante el desarrollo (Harrison, 1971). En Edimburgo, estas ideas fueron promovidas por William Cullen (1710-1790) y sus colegas, y fueron debatidas ampliamente (Richardson, 1893; McNeil, 1987; Porter, 1998).

E. Darwin incorporó y promovió el pensamiento biológico en su práctica, y aunque en algunos aspectos era un médico de su tiempo (por ejemplo, el sangrado para controlar la fiebre seguía siendo común), también fue un pionero que utilizó la terapia de oxígeno para tratar la enfermedad de pulmón, *digitalis* (dedalera) para aliviar el latido irregular del corazón, el saneamiento para la salud pública, y la vacunación contra la viruela (también experimentó con la inoculación de sarampión con sus hijos, pero obtuvo consecuencias tan graves que no continuó con ellos). Desarrolló una práctica extensa y lucrativa, viajando cerca de 10 000 millas por año para visitar pacientes, y ganó tal renombre que recibió una oferta permanente del rey Jorge III para convertirse en el médico real (Barlow, 1959).

E. Darwin también es recordado por haber sido miembro fundador de la influyente Sociedad Lunar de Birmingham, a partir de la década de 1760. Este grupo de preindustriales innovadores comenzó con un grupo de amigos en Edimburgo que creció al incluir a otros hombres con intereses científicos. El nombre derivó de las reuniones mensuales de convivencia que se celebraban los días de luna llena por las tardes, para que los miembros pudieran ver con la luz de la luna el camino de regreso a casa (Richardson, 1893). El grupo pudo haber sido copiado de la Sociedad Americana de Filosofía que puso en marcha Benjamin Franklin en Filadelfia para promover la discusión del conocimiento útil. Varios miembros de la Sociedad Lunar eran amigos de Franklin –Franklin y E. Darwin mantuvieron correspondencia durante muchos años después de que aquél regresara a Estados Unidos. Al principio las reuniones eran por lo general en la casa del doctor Darwin en Lichfield, y con el tiempo el grupo incluyó a Matthew Boulton (instrumentos científicos), Josiah Wedgwood (alfarería), James Watt (energía de vapor), James Keir (industria química), Richard Lovell Edgeworth (inventos mecánicos), William Withering (medicina), Thomas Day (autor), Samuel Galton Jr. (armero) y Joseph Priestly (química). El doctor Darwin asistió por lo menos hasta 1788, pero con mucha menos frecuencia después de trasladarse a Derby en 1783, cuando las reuniones se trasladaron a Birmingham. Este grupo caracterizó el periodo de la Ilustración en el centro de Inglaterra y Escocia, donde las ideas científicas fueron liberadas de la ortodoxia religiosa y aplicadas a cualquier fin que pudiera mejorar la sociedad incluyendo, por ejemplo, el funcionamiento de los talleres de cerámica, Wedgwood. El doctor Darwin se identificó como deísta, quien trabajó para entender las leyes naturales introducidas en este mundo por las causas primeras. Una idea importante de la

Sociedad Lunar y del evolucionismo de E. Darwin fue que el mundo y la sociedad humana fueron mejorando de forma progresiva e inevitable (Primer, 1964; Harrison, 1971; Bowler, 1974; McNeil, 1987).

El doctor E. Darwin tuvo una vida de familia rica, se casó dos veces, tuvo 12 hijos y vivió hasta la edad adulta. Fue un hombre apasionado que abogaba por la actividad sexual regular como parte de una vida saludable y que escribió poemas de amor a sus dos esposas. Tres años después de que su primera esposa Mary Howard muriera, y antes de casarse con la segunda, Isabel Pole, tuvo dos hijas con la institutriz Elizabeth Parker, contratada para cuidar a los niños pequeños en el hogar. La familia extendida vivió como una sola bajo el mismo techo, tanto en Lichfield como en Derby. El doctor Darwin se preocupó lo suficiente por sus hijas Susannah y María Parker de manera que estableció para ellas una escuela para niñas en la cercana localidad de Ashbourne. En 1797 escribió el libro dedicado a ellas *Un plan para dirigir la educación de las mujeres en internados*, que incluía asesoramiento para las niñas para mantener una vida activa y templada, libro que fue reproducido en Irlanda y América.

Además de su propia ambición y habilidad como médico, E. Darwin tuvo grandes esperanzas de que sus hijos también estudiaran y practicaran la medicina. Al igual que su padre, tres de ellos, Charles (el mayor), Robert Waring y Francis Sacheverell estudiaron medicina en Edimburgo. Una de las mayores tragedias en la vida del doctor Darwin fue en 1778 cuando su hijo Charles murió después de haber practicado una disección en el cerebro de un niño, provocada muy probablemente por una infección cuando se cortó la mano. Estudiante con talento, Charles ya había completado una serie de estudios antes de la edad de 20 años, que fueron posteriormente publicados. Robert Waring le siguió a Edimburgo en 1783 y Francis Sacheverell en 1804 (Shepperson, 1961).[6] Robert Waring, padre de Charles R. Darwin, se describe con cierto detalle a continuación.

Francis Sacheverell no practicó la medicina, pero se retiró después de una aventura en Turquía dentro de una misión fallida que lo dejó como el único sobreviviente de cuatro viajeros. Vivió una vida de reclusión en Breadsall Priory, cerca de Derby, propiedad que había heredado de su padre, y en la que mantenía un interés por la historia natural y una variedad de animales semisalvajes. Su hijo, Edward Levett Darwin, fue un naturalista y también ganó cierta fama como autor de *A Gameskeeper's Manual* a mediados de 1800 (F. Darwin, 1888; King-Helle, 2003). Como nota final sobre la genealogía de Darwin, el notable eugenetista y estadístico victoriano Francis Galton también

[6] Tres tíos Wedgwood de Charles Darwin también asistieron a la Escuela de Medicina en Edimburgo: Josiah II (padre de Emma Darwin, esposa de Charles), John y Thomas. Al parecer, ninguno ejerció la medicina (Shepperson, 1961).

era nieto de E. Darwin, a través de Violetta Darwin, quien se casó con Samuel Tertius Galton, hijo de un miembro de la Sociedad Lunar (Richardson, 1893). El matrimonio y la familia representan otro legado de la Sociedad Lunar.

El padre de Charles, el doctor Robert Waring Darwin, es quizás una de las figuras menos entendidas en la vida de Charles (Meteyard, 1871; Barlow, 1958; Kelly, 1964; Desmond y Moore, 1991; King-Helle, 1999, 2003). Muchas veces se le describe como alguien que desaprobaba la vida de Charles, sobre todo después de que éste abandonara la Escuela de Medicina en Edimburgo.[7] Robert W. Darwin estudió y practicó la medicina para satisfacer a su padre, el dominante E. Darwin, y trabajó toda su vida como médico, debido a la importancia de mantener una profesión. No tenía un verdadero gusto por la medicina, pero era un observador agudo, por lo que tuvo un gran éxito en su práctica. También tenía interés por la historia natural y mantuvo extensos jardines e invernaderos con un gran surtido de plantas tropicales.[8] Se casó con Susannah Wedgwood, quien crío variedades de elegantes palomas y, aunque murió en 1814 cuando Charles tenía apenas 8 años, en su casa la ciencia y la historia natural eran una constante, un lugar donde la creencia en la revelación divina fue llevada a un segundo plano, de manera que una placa de la biblioteca se leía "E Conchis omnia". El doctor R. W. Darwin se hizo rico gracias a sus relaciones de negocios y bienes raíces, y fue un asesor financiero de los Wedgwood. Charles gustaba mucho de la compañía de su padre, tanto que lo visitó regularmente a lo largo de los años y escribió estas observaciones en su autobiografía (Barlow, 1958):

> Sus características mentales principales eran los poderes de observación y su simpatía, ninguno de los cuales he visto superado o igualado aún.
>
> Su éxito como médico fue notable; como él me dijo, al principio odiaba su profesión, tanto que si hubiera estado seguro de la miseria de los más pequeños, o si su padre le hubiera dado otra opción, nada lo habría inducido a seguirla. Hasta el final de su vida, el pensamiento de una operación casi le enfermó, y apenas podía soportar ver a una persona que sangraba, un horror que me ha transmitido[...]

---

[7] Tanto Charles como su hermano mayor Erasmus Alvey fueron enviados a la Escuela de Medicina en Edimburgo, donde coincidieron a lo largo de un año mientras Erasmus completaba su formación médica. Según algunas versiones, se encontraban entre los mejores estudiantes de la universidad –ambos tuvieron el mayor número de préstamos bibliotecarios en el otoño de 1825. A pesar que Erasmus (el más joven) obtuvo el grado en Medicina, nunca ejerció. La fuente general de la desaprobación del doctor R. W. de su hijo Charles debe provenir de las primeras ediciones de la autobiografía del propio Charles (F. Darwin, 1888).

[8] Su colección de plantas incluía un árbol de plátanos que compró mientras Charles viajaba a bordo del *Beagle* para poder sentarse debajo de él y pensar que su hijo se encontraba, en el mismo momento, a la sombra en algún lugar en el trópico.

> La mente de mi padre no era científica, y no trató de generalizar su conocimiento en virtud de leyes generales; sin embargo, formó una teoría para casi todo lo que ocurrió.[9]

Los Darwin y la selección natural

En los escritos del doctor E. Darwin y en la correspondencia con R. W. Darwin, es posible rastrear algunas de las observaciones y conceptos en los que Charles se basó para descubrir la selección natural. Charles Darwin concibió su idea entre 1836 y 1839, los años posteriores a su regreso del viaje en el *Beagle*, que vivió en Londres y Cambridge (Gheselin, 1976; Sulloway, 1982). Durante este tiempo, Charles trabajó para publicar varias obras que le aseguraron su posición como uno de los naturalistas preeminentes de Inglaterra: las descripciones zoológicas de especímenes recolectados en el *Beagle*, la reescritura de su diario del viaje, que eventualmente se convertiría en el *Viaje del Beagle*, y un volumen de geología de las islas oceánicas y los archipiélagos coralinos. Fue en esta época que empezó a escribir sus cuadernos sobre el problema de las especies. Fue influenciado no sólo por sus propias observaciones de historia natural, sino también por su lectura del *Ensayo sobre el principio de la población* de Robert Malthus. En cuanto a su abuelo Erasmus, le dio crédito sólo en dos frases en una nota en la sección “Notas históricas”, añadidas a las ediciones posteriores de *El origen*, y sólo en una sección de un párrafo en su autobiografía. No obstante, el cuaderno B de Charles de 1838 se denomina *Zoonomia*, al parecer en honor al principal trabajo de su abuelo con el mismo título, publicado entre 1794 y 1796. Ambos, el cuaderno B y el M, están llenos de referencias a *Zoonomia*, incluyendo la descripción de una avispa cortándole las alas a su presa para facilitar su traslado en un día ventoso (Ghiselin, 1976; Gruber, 1985; Porter, 1989). Más tarde, este descuido de parte de Charles fue corregido en la publicación *La vida de Erasmus Darwin* (King-Hele, 2003).

La *Zoonomia* de E. Darwin es un trabajo enorme escrito a lo largo de 20 años y publicado en dos volúmenes. Proporcionó una visión sistemática de la fisiología humana y de cuatro fuerzas que dan forma (la irritación, la sensa-

---

[9] “His chief mental characteristics were his powers of observation and his sympathy, neither of which have I ever seen exceeded or even equalled.

His great success as a doctor was the more remarkable, as he told me that he at first hated his profession so much that if he had been sure of the smallest pittance, or if his father had given him any choice, nothing should have induced him to follow it. To the end of his life, the thought of an operation almost sickened him, and he could scarcely endure to see a person bled, a horror which he has transmitted to me…

My father’s mind was not scientific, and he did not try to generalise his knowledge under general laws; yet he formed a theory for almost everything which occurred.”

ción, la volición y la asociación), la extensión de estas fuerzas a la historia natural, el paso de características a las generaciones sucesivas y la transmutación de las especies, así como una clasificación linneana de enfermedades humanas agrupadas jerárquicamente en géneros y especies de acuerdo con los síntomas de los pacientes (Porter, 1985). *Zoonomia* fue ampliamente leído y traducido, pero con el tiempo perdió influencia en la medicina, posiblemente por ideas evolutivas. También es probable que *Zoonomia* fue dejada atrás cuando la batalla contra las enfermedades se movió hacia el descubrimiento de causas directas subyacentes; por ejemplo, con la aplicación de la teoría de los gérmenes después del descubrimiento de los microorganismos patógenos. El enfoque principal en *Zoonomia* de los síntomas de la enfermedad era insuficiente para el diagnóstico diferencial y el tratamiento eficaz (Porter, 1985; Barlow, 1959); sin embargo, el evolucionismo en la sección 39 de *Zoonomia* sobre la generación fue lo suficientemente claro para ser duramente criticado durante la reacción contra la Ilustración en Inglaterra durante 1700 y 1800. *Zoonomia* incluso llegó a estar en el *Index Expurgatorius* del Vaticano a principios de 1800 (Garfinkle, 1955; Desmond y Moore, 1991). La obra poética *Templo de la naturaleza*, publicado póstumamente en 1803, también habló firmemente de la transmutación, pero para un público más general.

Los ataques al doctor E. Darwin fueron más allá de la reacción a sus ideas transmutacionistas, y fue ampliamente desacreditado durante el siglo XIX (Irwin, 1964; Desmond y Moore, 1991; King-Hele, 1999). Su florida poesía fue severamente criticada (Seward, 1804) y ridiculizada, y su teoría científica sobre el origen del hombre llevó al poeta Coleridge a acuñar el término "darwinización" para significar una especulación excesiva. Más aún, la política liberal Whig de preindustriales en Birmingham fue transversal a la tendencia política de los conservadores Tory en la reacción en contra de la revolución francesa, la revolución estadounidense y las guerras napoleónicas contra Inglaterra (Desmond y Moore, 1991; Barlow, 1959). No es de extrañar que Charles, al escribir en su autobiografía sobre sus experiencias en Edimburgo, haya minimizado la importancia del trabajo de su abuelo, al tiempo que reconoce que ya sabía de la transmutación (Barlow, 1958):

> Por último, Dr. Grant, mi maestro por varios años, cómo llegué a conocerlo, no me acuerdo[...] Él, un día cuando estábamos caminando juntos, prorrumpió en gran admiración por Lamarck y sus opiniones sobre la evolución. Escuché con asombroso silencio y, hasta donde yo puedo juzgar, sin ningún efecto en mi mente. Yo ya había leído *Zoonomia* de mi abuelo, en donde se mantienen puntos de vista similares, pero sin producir ningún efecto en mí. No obstante, es probable que el oír a temprana edad tales puntos de vista sostenidos y elogiados, pudo haber favorecido el que yo los apoyara bajo una forma diferente en *mi Origen*

> *de las especies*. En ese momento yo admiraba mucho *Zoonomia*, pero al leerlo una segunda vez después de un intervalo de diez o quince años, me decepcionó mucho; la proporción de la especulación es tan grande de acuerdo con los hechos dados.[10]

La teorización de E. Darwin sobre las causas lamarckianas de la evolución le causó dificultades a su nieto. La *Zoonomia* carecía de mecanismos basados en fuerzas naturales observables y se apoyaba en observaciones de carácter general (especulaciones), más que en mediciones y experimentaciones cuidadosas que caracterizaron el trabajo de Charles. Por otra parte, E. Darwin había sido políticamente desacreditado en la conservadora Inglaterra victoriana y, por tanto, aportaba poco apoyo moral.

Sin embargo, las ideas que llevaron al descubrimiento de la selección natural pueden rastrearse al evolucionismo del anciano Dr. Darwin. En pocas palabras, la evolución por selección natural depende de tres condiciones, dando lugar a dos resultados: 1) los rasgos de los organismos varían entre los individuos en las poblaciones, 2) estas diferencias en rasgos son heredadas entre las generaciones, 3) los rasgos proveen una ventaja en la lucha por la existencia bajo la competencia por los recursos y en diferentes condiciones ambientales. Los resultados de la selección natural se siguen directamente: a) con el tiempo, los rasgos favorecidos llegan a ser predominantes en las poblaciones (adaptación), y b) durante largos periodos de tiempo las poblaciones divergen entre sí, conforme las diferentes adaptaciones evolucionan dando lugar a nuevas especies (especiación).

Los rasgos dentro de las poblaciones varían

Para 1800 era bien sabido, y se encontraba bien documentado, que los rasgos pueden variar dentro de las poblaciones, como en la obra de Buffon. También hay ejemplos de la variación en animales y plantas en *Zoonomia,* de E. Darwin, y en sus otros volúmenes sobre las plantas (*El jardín botánico* de 1789, y *Phytologia* de 1800). Erasmus observó el papel de la reproducción sexual en la generación de variación en el poema *Temple of nature (Templo de la naturaleza*):

---

[10] Lastly, Dr. Grant, my senior by several years, but how I became acquainted with him I cannot remember... He one day, when we were walking together, burst forth in high admiration of Lamarck and his views on evolution. I listened in silent astonishment, and as far as I can judge without any effect on my mind. I had previously read the 'Zoonomia' of my grandfather, in which similar views are maintained, but without producing any effect on me. Nevertheless it is probable that the hearing rather early in life such views maintained and praised may have favoured my upholding them under a different form in my 'Origin of Species'. At this time I admired greatly the 'Zoonomia;' but on reading it a second time after an interval of ten or fifteen years, I was much disappointed; the proportion of speculation being so large to the facts given.

Así que los árboles injertados con las cumbres de sombra crecen,
extienden sus bellas flores y perfuman los cielos
hasta que la gangrena mancha la sangre vegetal,
minas rodean la corteza y se alimenta de la madera.
Así, los años sucesivos, a partir de raíces perennes
el cable o la bulba brota con disminuido vigor
hasta que hojas rizadas o flores estériles, traicionan
un linaje menguante, al borde de la decadencia;
o hasta que, modificada por las potencias conyugales,
crecen progenies proliferantes de las flores sexuales.

Así obró cuando, sin mezclar la raza, en las tribus sexuales
contaminan los padres del bebé en formación;
eterna guerra, la gota y la mania se recompensan
con rabia desenfrenada, ferocidad hereditaria. (IV 373-374).[11]

Charles reunió muchas otras observaciones similares en *El origen* y en trabajos posteriores como *La variación de animales y plantas en domesticidad* (1868). Y cabe preguntarse si el haber visto a una edad temprana la gran variedad de palomas que mantenía su madre en su casa de Shrewsbury generó una familiaridad que lo condujo de adulto a los experimentos con palomas.

Las diferencias en rasgos se heredan

La falta de un mecanismo para explicar la herencia fue una de las mayores deficiencias de *El origen*, que no sería superado durante 70 años, hasta el descubrimiento de la genética y de la explicación de cómo surge y se mantie-

---

[11] So grafted trees with shadowy summits rise,
Spread their fair blossoms, and perfume the skies;
Till canker taints the vegetable blood,
Mines round the bark, and feeds upon the wood.
So, years successive, from perennial roots
The wire or bulb with lessen'd vigour shoots;
Till curled leaves, or barren flowers, betray
A waning lineage, verging to decay;
Or till, amended by connubial powers,
Rise seedling progenies from sexual flowers.

E'en where unmix'd the breed, in sexual tribes
Parental taints the nascent babe imbibes;
Eternal war the Gout and Mania wage
With fierce uncheck'd hereditary rage. (IV 373-374)

nen la variación hereditaria en las poblaciones (Provine, 1971). Incluso sin un mecanismo, las diferencias hereditarias entre los individuos (familias) dentro de las poblaciones ya eran conocidas, y aquí es donde la influencia de los doctores Darwin en Charles es más clara. Durante su práctica médica, tanto Erasmus como Robert W. Darwin fueron muy conscientes de los efectos de la herencia en las enfermedades, por ejemplo, la gota en su propia familia. Mientras trabajaba en sus cuadernos sobre el problema de las especies en 1838, Charles se dio tiempo para visitar a su padre en Shrewsbury con la idea de discutir lo que sabía sobre el tema, y hace referencia a ello en sus cuadernos (Bynum, 1983; Colp, 1986). Asimismo, la *Zoonomia* describe ampliamente la enfermedad hereditaria y la variabilidad entre los individuos y las familias. Erasmus Darwin escribió la observación siguiente en una carta a su hijo Robert fechada el 5 de enero de 1792, en la que también describe la enfermedad y muerte de María Howard Darwin, madre de Robert (Barlow, 1958):

> Ahora, conozco muchas familias que tenían locura, por un lado, y los niños que ahora son viejos no muestran ningún síntoma de ella. Si fuera de otro modo, no existiría una sola familia en el reino sin epilépticos o dementes.

Mary Howard y su hermano abusaban del alcohol, pero E. y R. W. Darwin se abstuvieron de tomar la mayor parte de sus vidas y, en general, promovieron la templanza como parte de la salud pública. Más tarde, en 1876, Charles escribió en una carta (Richardson, 1893):

> He alcanzado la convicción, tras la larga experiencia de mi padre y mi abuelo, que se ha extendido más de un siglo, de que ninguna causa ha dado lugar a tanto sufrimiento y heredado más problemas de salud que el consumo de alcohol.

Pero E. Darwin no limitó sus observaciones de las diferencias hereditarias a las enfermedades humanas. Así, escribió en *Zoonomia* acerca de los “sports” o monstruosidades y que “muchas de estas atrocidades son reproducidas y continuadas al menos como una variedad, si no es que como una nueva especie de animal”.

Los rasgos proveen una ventaja en la lucha por la existencia

Este ingrediente crítico de la selección natural –que en la mayoría de las especies las altas tasas de nacimiento implican que nacen más individuos en cada generación de los que se pueden reproducir– tiene sus raíces en el pen-

samiento poblacional de Robert Malthus.[12] El libro de Malthus fue muy leído después de su publicación en 1798 (aunque Charles leyó la edición de 1826). La clave es que los rasgos específicos serán favorecidos en la competencia entre los individuos dentro de las poblaciones, sobre todo porque la capacidad innata de incremento de la población significa que la mayoría de las poblaciones excederán la oferta de recursos disponibles. E. Darwin no hizo esta conexión, aunque claramente captó la noción de reproducción excesiva, por ejemplo, en su *Templo de la naturaleza* (Harrison, 1971):

> Aire, tierra y océano, al atónito día.
> Escena sanguinaria, ¡un sepulcro poderoso!
> Desde el brazo del hambre, los ejes de la muerte se lanzan,
> ¡y un gran matadero es el mundo en guerra!
> (IV 63-66)
>
> Pero la guerra, la pestilencia, la enfermedad y la escasez,
> barren las superfluas miríadas de la Tierra.
> (IV 373-374).[13]

La concepción de E. Darwin estuvo cerca de la comprensión de la lucha por la existencia a través de la idea de la extinción de las especies, en que la evolución progresiva supone la extinción de las formas primitivas que son sustituidas por otras más avanzadas (Harrison, 1985; Gruber, 1985).

Con el tiempo, los rasgos predominantes favorecen a las poblaciones

La idea de que las especies se adaptan para enfrentar los desafíos del medio fue generalmente aceptada, pero antes de *El origen* las ideas más parecidas a una explicación científica eran las de Lamarck y las de E. Darwin, quienes sostenían que los rasgos adaptativos eran adquiridos por la experiencia de la vida y transmitidos. En la *Zoonomia* encontramos lo siguiente:

---

[12] Ensayo sobre el *Principio de población*, publicado en varias ediciones entre 1798 y 1826.

[13] Air, earth, and ocean, to astonish'd day
One scene of blood, one mighty tomb display!
From Hunger's arm the shafts of Death are hurl'
And one great Slaughter-house the warring world!
(IV 63-66)

But war, and pestilence, disease, and dearth,
Sweep the superfluous myriads from the earth
(IV 373-374)

> Cuando el aire y el agua se suministra a los animales en cantidad suficiente, los tres grandes objetos del deseo, que han cambiado las formas de muchos animales en sus esfuerzos por satisfacerlos, son la lujuria, el hambre y la seguridad.

Más aún, E. Darwin estuvo a punto de describir la selección sexual, pero no lo logró porque su mecanismo dependía de fuerzas teleológicas no especificadas, basadas en los poderes mentales de los machos, y no en causas naturales (Ghiselin, 1976):

> Las aves que no llevan comida a sus jóvenes, y por lo tanto no se casan, están armadas con espolones con el propósito de luchar por la posesión exclusiva de las hembras, como es el caso de los gallos y las codornices. Es cierto que estas armas no se proporcionan para su defensa contra otros adversarios ya que las hembras de estas especies carecen de esta armadura. La causa final de esta competencia (*contest*) entre los machos parece ser que el animal más fuerte y más activo debe propagar la especie, que entonces debe ser mejorada.

Bajo otras condiciones, durante un tiempo más largo, se forman nuevas especies

La idea de que la especiación depende tanto de la descendencia común como de la transmutación, fue caracterizada por el lema *E Conchis omnia (*y todo desde las conchas). El evolucionismo de los Darwin es inconfundible y aparece en varias obras, incluyendo *El templo de la naturaleza*:

> Primero formas diminutas, invisibles con el cristal esférico,
> se mueven en el barro, o perforan la masa acuosa;
> éstas, conforme florecen generaciones sucesivas,
> nuevos poderes adquieren, y suman extremidades más grandes;
> de donde brotan innumerables grupos de vegetación
> y el reino de la aleta, los pies y las alas respira (IV 297-303).[14]

Y en *Zoonomia*:

---

[14] First forms minute, unseen by spheric glass,
Move on the mud, or pierce the watery mass;
These, as successive generations bloom,
New powers acquire, and larger limbs assume;
Whence countless groups of vegetation spring,
And breathing realms of fin, and feet, and wing (IV 297-303)

> Así, al meditar sobre la gran similitud de la estructura de los animales de sangre caliente, y al mismo tiempo los grandes cambios que experimentan antes y después de su nacimiento, y considerando en qué diminuta porción de tiempo se producen muchos de los cambios de los animales anteriormente descritos; ¿sería demasiado atrevido imaginar, que en el extenso periodo de tiempo transcurrido desde que la Tierra comenzó a existir, tal vez millones de años antes de la historia del comienzo de la humanidad, sería demasiado atrevido imaginar que todos los animales de sangre caliente han surgido de un filamento viviente, que LA PRIMERA GRAN CAUSA dotada de la animalidad, con el poder de adquirir nuevas partes, acompañado de nuevas propensiones, dirigida por irritaciones, sensaciones, voliciones y asociaciones, y por lo tanto, poseyendo la facultad de continuar mejorando por su propia actividad inherente y de entregar mediante la generación tales mejoras a su posteridad, un mundo sin fin?

Charles Darwin en la Escuela de Medicina en Edimburgo

La importancia del tiempo que Charles pasó como estudiante de medicina entre 1825 y 1827, a los 16 años de edad, es a menudo pasada por alto, muy probablemente por el menosprecio que muestra Charles por sus cursos en su autobiografía. Una carrera de médico no era para Charles, a pesar de que inicialmente mostró algún interés al trabajar con los enfermos en Shrewsbury, al lado de su padre el doctor R. W. Darwin. Asistir a la Escuela de Medicina en Edimburgo era una larga tradición familiar, pero Charles se enfermó al ver la sangre, y dejó definitivamente su curso de cirugía después de presenciar una brutal operación realizada a un niño y sin anestesia. Sin embargo, en Edimburgo fue la primera incursión de Charles en la educación científica formal y a partir de ahí surgió su inquietud por el problema de las especies (Ashworth, 1935; Shepperson, 1961; Sloan, 1985; Desmond y Moore, 1991; Browne, 1995; Eldridge, 2009).

En primer lugar, la formación médica era una de las pocas oportunidades de contar con estudios formales en las ciencias de la vida y la historia natural a inicios del siglo XIX. Junto con la anatomía, la cirugía clínica, la química y la farmacia, Charles asistió a cursos en *materia médica* (farmacología) que incluía plantas medicinales e historia natural. Se esperaba que los médicos formados en Edimburgo servirían al imperio británico en el extranjero, donde serían capaces de identificar nuevas especies y entender sus propiedades medicinales. En Edimburgo la historia natural era impartida por Robert Jameson, un científico de amplio pensamiento, curador del Museo de Historia Natural en la Universidad de Edimburgo (ahora Museo Real de Escocia), y editor del Diario *Filosófico de Edimburgo* (*Edinburgh*

Philosophical Journal). El curso de Jameson incluía prácticas en el museo y excursiones de campo, lo que facilitó otras conexiones a Charles.

En segundo lugar, después de que su hermano mayor Erasmus se mudó, Charles participó en varias sociedades científicas patrocinadas por la universidad, que enriquecían intelectualmente los programas educativos formales de Edimburgo. El papel de las sociedades era único en Europa en esos tiempos. Charles fue invitado a unirse y asistía a la mayoría de las reuniones de la Sociedad Pliniana, organizada por Robert Jameson. Además, Charles fue llevado en calidad de invitado por su mentor Robert E. Grant a las reuniones de la Sociedad Werneriana de Historia Natural (*Wernerian Natural History Society*), donde conoció al ornitólogo y pintor estadounidense John James Audubon, y a Sir Walter Scott, presidente de la Sociedad. Charles también asistió a las reuniones de la Real Sociedad Médica y la Real Sociedad de Edimburgo (Shepperson, 1961).

En tercer lugar, Charles trabajó estrechamente y se hizo amigo de Robert Grant, médico y profesor de anatomía comparada, pero también renombrado zoólogo de invertebrados. En su primer año en Edimburgo, Charles y su hermano Erasmus participaban regularmente en las excursiones de historia natural en la costa del estuario del río Forth en los cercanos pueblos de Leith y Portobello. En su segundo año los viajes eran a menudo en compañía de Grant, con quien Charles hizo el descubrimiento de las larvas móviles de los briozoos marinos *Flustra*. Los Bryozoa son animales pequeños y ramificados similares a los corales y pueden ser confundidos con las algas marinas. Este trabajo tenía fundamental importancia para trazar las relaciones entre los animales y las plantas (un tema sobre el que E. Darwin también especuló), mediante un cuidadoso estudio comparativo de las diferentes etapas de la vida y la reproducción de cada uno. Este trabajo fue presentado por Charles en una reunión de la Sociedad Pliniana en marzo de 1827 y finalmente publicado por Grant. Como señaló Charles en su autobiografía, éste se enfrentó directamente con las ideas evolucionistas de Grant al momento de leer tanto a Lamarck como la *Zoonomia* de su abuelo (Browne, 1995). A partir de estos inicios, Charles desarrolló habilidades como naturalista de campo y como observador meticuloso, que le servirían en los próximos años y probablemente le conducirían a su cuidadoso trabajo en otros invertebrados, como los percebes (Sloan, 1985).

En cuarto lugar, al estar lejos del centro de la conservadora Inglaterra victoriana, Edimburgo seguía siendo un semillero de la Ilustración, donde no había temas demasiado radicales para no ser discutidos, incluyendo la metafísica y la religión en relación con el materialismo científico (Shepperson, 1961). La misma reunión de la Sociedad Pliniana donde Charles y Grant describen sus observaciones zoológicas de *Flustra* terminó con un debate sobre si la conciencia surge por causas materiales dentro de la mente. La

cuestión se suscitó debido a la preocupación de si la disección de cerebros de cadáveres podría maldecirlos por la eternidad, debido a la destrucción de sus almas (Desmond y Moore, 1991). A diferencia de la conservadora Inglaterra, Edimburgo, en su época de oro escocesa cuando Charles asistió a la Escuela de Medicina, estaba repleta de librepensadores y transmutacionistas lamarckianos.[15] En su autobiografía, Charles criticó algunas de las conferencias en el plan de estudios médicos, pero la amplia educación científica proporcionada por la escuela médica de Edimburgo era única en su tiempo y fundamental para el desarrollo de Charles como científico.

La perspectiva para la medicina darwiniana moderna

Los años que siguieron a la publicación de *El origen* no fueron testigos de una amplia aceptación del pensamiento evolutivo en las ciencias médicas, aunque la evolución tampoco era rechazada por completo (Aitken, 1885; Richardson, 1893; Bynum, 1983; Porter, 1998; Zampieri, 2009). Esto no era debido a la falta de reconocimiento de la evolución humana entre los médicos, pues Charles Darwin publica *El origen del hombre* en 1871. Más bien las ciencias médicas no estaban dispuestas a abrazar la evolución en el periodo de crecimiento notable de los conocimientos científicos necesarios para el desarrollo de la medicina moderna: los científicos y los médicos estaban ocupados realizando descubrimientos empíricos básicos, por ejemplo, el uso de la anestesia y los métodos antisépticos en cirugía. Además, la industrialización y la concentración de habitantes en las ciudades dio lugar a nuevos problemas de salud pública, los cuales también requerían atención (Porter, 1998). Un análisis exhaustivo de la relación entre la medicina y la biología evolutiva durante ese periodo está fuera del alcance de este ensayo, pero dos tendencias generales amortiguarían temporalmente la influencia del pensamiento evolucionista.

La primera es filosófica y se refiere a que a finales del siglo XIX la medicina seguía caracterizando a los pacientes por su "diátesis" y por las constituciones que influyen en la propensión a la enfermedad (Bynum, 1983; Zampieri, 2009). Después de *El origen*, estas características generales se pensaba eran el resultado de la evolución, ya sea mediante la selección natural pasada o a través de la degeneración a las anteriores características atávicas. Los

[15] En esos momentos, el *Edinburgh New Philosophical Journal*, editado por Robert Jameson, publicó un ensayo anónimo "Observaciones sobre la naturaleza e importancia de la geología" (vol. 1; pp. 293-302), que resumía la relación entre la evolución de Lamarck y la aparición de fósiles con formas de vida más compleja, es decir, con más capas de rocas recientes. El autor se cree que pudo haber sido Jameson o Grant, y el artículo fue probablemente leído por Charles (Browne, 1995).

individuos y luego las razas se clasificaron en términos de diátesis, incluyendo la propensión a las enfermedades mentales. Por desgracia, sin una comprensión de las causas hereditarias o microbianas de la enfermedad, así como de la importancia de los contextos ambientales como la nutrición y la vivienda, este tipo de pensamiento tipológico también llevó a constituir perfiles basados en el género y la raza (es decir, la descendencia común entre los pueblos, pero no recientemente y no en la misma manera entre los sexos o entre razas). Además, como la diátesis se basaba en los síntomas, no se hizo distinción entre las causas hereditarias e infecciosas de la enfermedad, y por lo tanto éstas no eran de utilidad general en el desarrollo de terapias eficaces.

Por ejemplo, sangrar a los pacientes para aliviar las “fiebres” a veces puede ser eficaz, pero rara vez por las mismas razones, ya que la fiebre y la inflamación son respuestas generalizadas. Esto no quiere decir que nadie en la época haya aceptado la importancia de la variación, la evolución y la descendencia común en la comprensión de las enfermedades hereditarias e infecciosas (Aitken, 1885), pero los eugenicistas promovieron la aplicación de la selección artificial (por ejemplo, la esterilización) para mejorar a la humanidad, con la idea de que los peores males sociales surgieron debido a las diferencias genéticas entre los individuos y los grupos. El hecho de que la eugenesia fuese usada eventualmente por los nazis para apoyar el Holocausto antes y durante la Segunda Guerra Mundial en las décadas de 1930 y 1940 provocó una reacción y el rechazo de la evolución en la medicina, tanto en Europa como en América (Zampieri, 2009). La eugenesia es inhumana, pero ahora sabemos que ésta es una política social disfrazada de ciencia y que, al mismo tiempo, no puede ser eficaz en grandes poblaciones.[16]

La segunda razón fue que la investigación y la práctica biomédica en la década de 1800 inició la búsqueda de causas identificables de la enfermedad, haciendo uso de los descubrimientos que provenían de estudios detallados de la anatomía, la embriología, la fisiología, la bioquímica, la patogénesis y, más tarde, la genética. Este reduccionismo, basado en la experimentación y la cuidadosa observación, ayudó a vincular los síntomas de los pacientes con la patología de las enfermedades hereditarias, así como la aplicación de la teoría de los gérmenes gracias al descubrimiento de los agentes microbianos en enfermedades infecciosas (Porter, 1998; Gluckman *et al.*, 2009). Al mismo tiempo, la biología evolutiva no pudo conectarse claramente a la medicina pues las relaciones entre la genética, la selección natural y la evolución

---

[16] Haldane (1964) escribió un magnífico ensayo defendiendo las teorías matemáticas de la genética de poblaciones, incluyendo el equilibrio entre mutación y selección que fue pasado por alto por los eugenicistas, así como algunos versos encantadores sobre su lucha por la vida con el cáncer colo-rectal.

no eran todavía del conocimiento general, y no lo serían sino hasta mediados del siglo XX. En medicina, el reduccionismo fue necesario para descubrir las causas inmediatas de la enfermedad y fue de gran éxito en el desarrollo de diagnósticos y terapias eficaces.

En la era moderna, desde el descubrimiento de la genética, la inmunología y las herramientas de la biología molecular, la aplicación del pensamiento evolutivo en la investigación biomédica puede lograr la gran promesa de descubrir tanto las causas próximas como las últimas de la enfermedad (Williams y Nesse, 1991; Stearns y Koella, 2007; Wolfe *et al.,* 2007; Nesse y Stearns, 2008; Omenn, 2010). El objetivo de la medicina evolutiva es utilizar el punto de vista evolutivo para detectar tanto las adaptaciones positivas como las negativas de los seres humanos y los patógenos, y utilizar esta perspectiva para diagnosticar la enfermedad y prescribir terapias eficaces. Como se señaló anteriormente, la variabilidad es una característica fundamental del proceso evolutivo y desde hace tiempo se sabe que la propensión a las enfermedades genéticas varía entre las poblaciones humanas. La biología evolutiva moderna atribuye estas diferencias, en parte, a diferencias históricas en el tamaño de la población y porque los legados de la selección natural determinan el número de genes adaptados y las mutaciones que causan enfermedades albergadas dentro de las poblaciones. La aplicación de la genómica y la bioinformática modernas no sólo pueden ayudar a identificar las lesiones genéticas que causan enfermedades, sino también demostrar que dentro de los grupos de pacientes que comparten la ascendencia, las personas presentan síntomas diferentes debido a las mutaciones que causan enfermedades interactuando con el ambiente y el historial genético de los pacientes (Meyer, 1999; Omenn, 2010).

La medicina evolutiva es vital para la aplicación de la teoría de los gérmenes a la salud pública, ya que los patógenos evolucionan y las enfermedades infecciosas a nivel local varían en prevalencia y severidad. Una mejor comprensión de los factores que influyen en la infectividad del patógeno, la transmisión y la virulencia, conduce directamente a intervenciones de salud pública que reducen la exposición a la infección y reducen la cadena de transmisión (Galvani, 2003). Por otra parte, tiempos de generación relativamente rápidos, altas tasas de mutación, recombinación genética y transferencia horizontal de genes, conducen inexorablemente a la aparición de nuevas enfermedades infecciosas. Los cambios evolutivos en los microbios moldean la práctica médica debido a que la rápida evolución tiene múltiples efectos: resistencia a los antibióticos, el fracaso de las terapias (aumentando la frecuencia de las infecciones nosocomiales), el resurgimiento de enfermedades infecciosas (una vez creyendo que se han vencido, por ejemplo, la poliomielitis o la tuberculosis), la elusión de las estrategias de vacunación y las defensas inmunológicas de los pacientes (Lederburg, 2000; Bergstrom y

Fredricksburg, 2007; Nesse y Stearns, 2008; Omenn, 2010). Esta batalla se ha llamado “nuestra carrera armamentista contra un oponente adaptable” (Lederberg, 2000). Por ejemplo, cada año nuevas cepas del virus de la influenza A (gripe) evolucionan a través de la mutación y la recombinación genética entre las cepas que circulan actualmente en las poblaciones humanas y las reservas de la fauna silvestre como aves acuáticas o especies agrícolas como cerdos. La reciente gripe aviar H5N1 y la gripe porcina H1N1 son excelentes ejemplos.

Otros riesgos se derivan de la emergencia de nuevos patógenos como el VIH y el virus del SARS cuya transferencia es directa de los animales salvajes a los seres humanos. Una aplicación clara del pensamiento evolucionista es en el apoyo a los enfermos, al aminorar los estigmas sociales asociados con las enfermedades hereditarias, especialmente en el caso de las enfermedades mentales (Wilson, 1993).

La comprensión de los médicos de que las enfermedades genéticas contemporáneas y las condiciones humanas pueden representar adaptaciones a entornos pasados –y por ende la falta de armonía con la dieta actual y las condiciones de vida– ayudan a explicar la persistencia de las enfermedades frente a un saneamiento mejorado y los niveles de vida. La hipótesis de falta de coincidencia ha sugerido una causa para los tipos modernos de obesidad, enfermedades cardiacas, diabetes tipo-2, cáncer de mama y de próstata, el bocio, la deficiencia de yodo, defectos de nacimiento y el envejecimiento (Harper, 1975; Eaton *et al.*, 1988; Williams y Nesse, 1991; Greaves, 2002; Diamond, 2003; Swynghedauw, 2004; Gluckman *et al.*, 2008). El ver las enfermedades como un desafortunado legado genético heredado del pasado puede aliviar el dolor para algunos pacientes. Esto resonaría con los médicos de la familia Darwin, quienes no tenían tan claro el sentido de las bases genéticas de la enfermedad como lo tenemos ahora, pero eran humanos y médicos que, por ejemplo, mejoraron el tratamiento de los enfermos mentales que a menudo eran confinados a la fuerza (King-Hele, 1999). En última instancia, si la medicina evolutiva influye en el ejercicio de la medicina, debe conducir a un mejor diagnóstico y a terapias eficaces. Esto no tendrá éxito simplemente como un punto de vista filosófico, especialmente cuando muchos en el campo de la medicina aún no reconocen el proceso de la evolución humana (Wilson, 1993; Antonovics *et al.*, 2007; Nesse y Stearns, 2008).

Regresando al plan de estudios en Edimburgo en 1700, las perspectivas de la evolución de la medicina estaban siempre en los temas de la medicina geográfica e historia natural. Sin embargo, además de la reacción en contra de la eugenesia (Zampieri, 2009), gran parte del punto de vista evolutivo en la formación médica fue desplazado después del descubrimiento de los antibióticos en los años 1930 y 1940 (Burnet y White, 1972; Anderson, 2004). En la actualidad, menos de la mitad de las escuelas de medicina

enseñan temas evolutivos más allá de la resistencia a los medicamentos, la virulencia de patógenos y la selección natural (Nesse y Schiffman, 2003). Sin embargo, es importante aplicar el pensamiento evolutivo más allá de la resistencia microbiana a los pacientes individuales, ya que cada paciente tiene una historia evolutiva diferente y una composición genética distinta y, por lo tanto, los síntomas de la enfermedad y las reacciones a los medicamentos también son distintos (Meyer, 1999; Omenn, 2010). En la gestión de la asistencia sanitaria, tales diferencias pueden resultar en la vida, la muerte o la mortalidad a largo plazo. El pensamiento evolutivo proporciona un marco para la conexión de numerosas observaciones aparentemente sin relación, al vincular los efectos inmediatos de la enfermedad en el contexto de sus orígenes últimos (Williams y Nesse, 1991; Purssell, 2005; Nesse y Stearns, 2008; Naugler, 2008). La evolución tiene muchas caras que pueden verse en la genética, en las adaptaciones de los seres humanos y los patógenos, entendiendo que la enfermedad depende de la comprensión de la historia evolutiva a la que está unida.

Por último, regresemos a Erasmus Darwin y su visión optimista de la mejora constante en la sociedad mediante la aplicación de los descubrimientos científicos a la tecnología y la innovación industrial, por una parte, y la transmutación y la generación en la naturaleza, por el otro. Él hubiese estado satisfecho con el desarrollo de la teoría de los gérmenes que anticipó en *El templo de la naturaleza*:

> Los animalculos descubiertos en las pústulas de la sarna, en las heces de los pacientes disentéricos y en el semen masculino[...] Espero que las investigaciones microscópicas despierten nuevamente la atención de filósofos, pues probablemente pueden derivar ventajas imprevistas de éstos, como el descubrimiento de un mundo nuevo.

Es tal vez irónico que el punto de vista malthusiano menos optimista ha prevalecido en algunos aspectos: a pesar de los avances tecnológicos que proporcionan los recursos agrícolas, biomédicos y de salud pública para la expansión de la población humana, dicho aumento significa que tanto las enfermedades infecciosas como las genéticas persisten como nuevos desafíos para la sociedad moderna (Antolin, 2009). E. Darwin probablemente se hubiera sorprendido de los descubrimientos y avances de la medicina y la salud pública, pero tal vez también sería decepcionante que la enfermedad aún cobre una cuota tan elevada en la morbilidad y la mortalidad humanas. O tal vez, tomaría este reto con su calma característica y, armado con el conocimiento de la biología evolutiva de los tiempos modernos, aplicaría su optimismo en la forma habitual y se dispondría a solucionar los problemas.

Bibliografía

Aitken, W. (1885), "Darwin's doctrine of evolution in explanation of the coming into being of some diseases", *Glasgow Medical Journal*, núm. 24, pp. 98-107.

Anderson, W. (2004), "Natural histories of infectious disease: ecological vision in twentieth-century biomedicine", *Osiris,* núm. 19, pp. 39-61.

Antolin, M. F. (2009), "Evolutionary Biology of Disease and Darwinian Medicine", en Ruse, M. y Travis, J. (eds.), *Evolution: The First Four Billion Years*, Cambridge, Harvard University Press.

Antonovics, J., J. L. Abbate, C. H. Baker, D. Daley, M. E. Hood *et al.* (2007), "Evolution by any other name: antibiotic resistance and avoidance of the E-word", *PLoS Biology*, núm. 5, p. e30.

Ashworth, J. H. (1935), "Charles Darwin as a Student in Edinburgh, 1825-1827", *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, núm. 55, pp. 7-113.

Barlow, N. (ed.) (1958), *The Autobiography of Charles Darwin, 1809-1882: With original omissions restored,* Londres, Collins.

_____ (1959), "Erasmus Darwin, F.R.S. (1731-1802)", *Notes and Records of the Royal Society of London*, núm. 14, pp. 85-98.

Bergstrom, C. T. y M. Feldgarden (2007), "The ecology and evolution of antibiotic-resistant bacteria", en Stearns, S. C. y Koella, J. C. (eds.), *Evolution in Health and Disease,* 2a. ed., Nueva York, Oxford University Press.

Bowler, P. J. (1974), "Evolutionism in the Enlightenment", *History of Science*, núm. 12, pp. 159-183.

Browne, J. (1995), *Charles Darwin Voyaging: A Biography*, Princeton, Princeton University Press.

Burnet, M. y D. O. White (1972), *Natural History of Infectious Disease,* 4a ed., Cambridge, Cambridge University Press.

Bynum, W. F. (1983), "Darwin and the doctors: evolution, diathesis, and germs in 19th Century Britain", *Gesmerus*, núms. 1-2, pp. 43-53.

Colp, R. (1985), "Notes on Charles Darwin's Autobiography", *Journal of the History of Biology*, núm. 18, pp. 369-370.

_____ (1986), "The relationship of Charles Darwin to the Ideas of his Grandfather, Dr. Erasmus Darwin", *Biography,* núm. 9, pp. 1-24.

_____ (1989), "Charles Darwin's past and future biographies", *History of Science,* núm. 27, pp. 167-197.

Darwin, F. (ed.) (1888), *Life and Letters of Charles Darwin,* vol. I, Londres, John Murray.

Desmond, A. y J. Moore (1991), *Darwin*, Nueva York, W. W. Norton.

Diamond, J. (2003), "The double puzzle of diabetes", *Nature*, núm. 423, pp. 599-602.

Eaton, S. B., M. Konner y M. Shostak (1988), "Stone agers in the fast lane - chronic degenerative diseases in evolutionary perspective", *American Journal of Medicine,* núm. 84, pp. 739-749.

Eiseley, L. (1958), *Darwin's Century*, Nueva York, Doubleday.

Eldridge, N. (2009), "What Darwin learned in medical school", *The Lancet,* núm. 373, pp. 454-455.

Freelan, R. B. (1982), "The Darwin family", *Biological Journal of the Linnean Society*, núm. 17, pp. 9-21.

Galvani, A. P. (2003), "Epidemiology meets evolutionary ecology", *Trends in Ecology and Evolution,* núm. 18, pp. 132-139.

Garfinkle, N. (1955), "Science and religion in England, 1790-1800: the critical response to the work of Erasmus Darwin", *Journal of the History of Ideas*, núm. 16, pp. 376-388.

Ghiselin, M. T. (1976), "Two Darwins: history versus criticism", *Journal of the History of Biology*, núm. 9, pp. 121-132.

Gluckman, P. D., M. A. Hanson, C. Cooper y K. L. Thornburg (2008), "Effect of in utero and early-life conditions on adult health and disease", *New England Journal of Medicine,* núm. 359, pp. 61-73.

Gluckman, P., A. Beedle, M. A. Hanson (2009), *Principles of Evolutionary Medicine*, Oxford, Oxford University Press.

Greaves, M. (2002), "Cancer causation: the Darwinian downside of past success?", *Lancet Oncology*, núm. 3, pp. 244-251.

Greene, J. C. (1959), *The Death of Adam: Evolution and its Impact on Western Thought*, Ames, Iowa State University Press.

Gruber, H. E. (1985), "Going the limit: towards the construction of Darwin's theory (1832-1839)", en Kohn, D. (ed.), *The Darwinian Heritage*, Princeton, Princeton Univeristy Press.

Haldane, J. B. S. (1964), "A defense of beanbag genetics", *Perspectives in Biology and Medicine*, núm. 7, pp. 343-359.

Harper, R. M. J. (1975), *Evolution and Illness*, Barnstaple, G. Mosdell.

Harrison, J. (1971), "Erasmus Darwin's view of evolution", *Journal of the History of Ideas,* núm. 32, pp. 247-264.

Kelly, M. (1964), "Robert Darwin, F.R.S. (1761-1848): Splendid country doctor", *Journal of the College of General Practicioners*, núm. 8, pp. 384-390.

King-Hele, D. (1998), "The 1997 Wilkins lecture: Erasmus Darwin, the Lunaticks and evolution", *Notes and Records of the Royal Society of London*, núm. 52, pp. 153-180.

_____ (1999), *Erasmus Darwin: A Life of Unequalled Achievement*, Giles de la Mare Publishers.

_____ (ed.) (2003), *Charles Darwin's Life of Erasmus Darwin,* Cambridge, Cambridge University Press.

Lederberg, J. (2000), "Infectious history", *Science,* núm. 288, pp. 287-293.

Macaulay, G. (2009), “The Arms of Charles Darwin”, *The New Zealand Armorist*, núm. 112, pp. 12-14.

McNeil, M. (1987), *Under the Banner of Science: Erasmus Darwin and His Age*, Manchester, Manchester University Press.

Meyer, U. (1999), “Medically relevant genetic variation of drug effects”, en Stearns, S. C. (ed.), *Evolution in Health and Disease*, Nueva York, Oxford University Press.

Naugler, C. T. (2008), “Evolutionary medicine: update on the relevance to family practice”, *Canadian Family Physician*, núm. 54, pp. 1265-1269.

Nesse, R. M. y J. D. Schiffman (2003), “Evolutionary biology in the medical school curriculum”, *BioScience*, núm. 53, pp. 585-587.

Nesse, R. M. y S. C. Stearns (2008), “The great opportunity: Evolutionary applications to medicine and public health”, *Evolutionary Applications*, núm. 1, pp. 28-48.

Omenn, G. S. (2010), “Evolution in Health and Medicine Sackler Colloquium: Evolution and public health”, *Proceedings of the National Academy of Sciences,* núm. 107, pp. 1702-1709.

Porter, R. (1985), “Erasmus Darwin: Doctor of evolution?”, en Moore, J. R. (ed.), *History, Humanity and Evolution,* Cambridge, Cambridge University Press.

______ (1998), *The Greatest Benefit to Mankind: A Medical History of Humanity*, Nueva York, W. W. Norton & Company.

Primer, I. (1964), “Erasmus Darwin’s Temple of Nature: progress, evolution, and the Eleusinian mysteries”, *Journal of the History of Ideas*, núm. 25, pp. 58-76.

Provine, W. B. (1971), *The Origins of Theoretical Population Genetics*, Chicago, University of Chicago Press.

Purssell, E. (2005), “Evolutionary nursing: The case of infectious diseases”, *Journal of Advanced Nursing,* núm. 49, pp. 164-172.

Richardson, B. W. (1893), “Erasmus Darwin, M.D., F.R.S., and Darwinian Medicine”, *The Asclepiad,* núm. 37, pp. 63-91.

Seward, A. (1804), *Memoirs of the Life of Dr. Darwin: Chiefly During his Residence in Lichfield, with Anecdotes of his Friends and Criticisms on his Writings,* Philadelphia, W. Poyntell Classic Press.

Shepperson, G. (1961), “The Intellectual Background of Charles Darwin’s Student Years at Edinburgh”, en Banton, M. (ed.), *Darwinism and the Study of Society, a Centenary Symposium*, Londres, Tavistock Publications.

Sloan, P. R. (1985), “Darwin’s invertebrate program, 1826-1836: preconditions for transformism”, en Kohn, D. (ed.), *The Darwinian Heritage*, Princeton, Princeton University Press.

Stearns, S. C. y J. C. Koella (eds.) (2007), *Evolution in Health and Disease*, 2a. ed., Nueva York, Oxford University Press.

Stearns, S. C., R. M. Nesse, D. R. Govindaraju y P. T. Ellison (2010), "Evolution in Health and Medicine Sackler Colloquium: Evolutionary perspectives on health and medicine", *Proceedings of the National Academy of Sciences,* núm. 107, pp. 1691-1695.

Stukely, W. (1719), "An account of the impression of the almost entire sceleton of a large animal in a very hard stone, lately presented to the Royal Society, from Nottinghamshire", *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, núm. 30, pp. 963-968.

Sulloway, F. J. (1982), "Darwin's conversion: the *Beagle* voyage and its aftermath", *Journal of the History of Biology,* núm. 15, pp. 325-396.

Swynghedauw, B. (2004), "Evolutionary Medicine", *Acta Chirurgica Belgica,* núm. 104, pp. 132-139.

Williams, G. C. y R. M. Nesse (1991), "The dawn of Darwinian Medicine", *Quarterly Review of Biology,* núm. 66, pp. 1-22.

Wilson, D. R. (1993), "Evolutionary epidemiology: Darwinian theory in the service of medicine and psychiatry", *Acta Biotheoretica*, núm. 41, pp. 205-218.

Wolfe, N. D., C. P. Dunavan y J. Diamond (2007), "Origins of major human infectious diseases", *Nature,* núm. 447, pp. 279-283.

Zampieri, F. (2009), "Medicine, evolution, and natural selection: An historical overview", *Quarterly Review of Biology*, núm. 84, pp. 333-355.

Entre falso tabú y falsa esperanza. Una mirada a la herencia a 200 años del nacimiento de Darwin

Hans-Jörg Rheinberger[1]

El siglo XX es llamado con todo derecho "el siglo del gen"; no es sólo por los impresionantes avances científicos que se consiguieron en el área de la genética, sino porque también, en nombre de la herencia biológica, se desarrollaron algunas políticas muy destructivas. Para saber dónde estamos hoy vale la pena dar una mirada atrás.

En este año se conmemorará el 200 aniversario del nacimiento de Charles Darwin y, al mismo tiempo, se festejará también los 150 años de la publicación de su libro seminal *El origen de las especies*. Hoy se une a Darwin con la noción de la evolución de los seres vivos basada en los mecanismos de variación y selección; menos presente en la conciencia pública se encuentra el hecho histórico de la influencia decisiva de Darwin para reforzar un nuevo entendimiento de la herencia biológica.

Hasta el siglo XVIII no existía un concepto unitario de herencia biológica. El sustantivo "herencia"[2] ("hérédité", "heredity"[3]) existía en el contexto legal donde se relacionaba con la transmisión de bienes materiales a la línea de descendencia, pero no incluía la dimensión biológica. La procreación –"generación", como entonces se le llamaba– se comenzó a pensar, respectivamente, en términos de un acto de creación nuevo, indi-

[1] Traducción de Víctor Hugo Anaya Muñoz. Revisión de Ineke Phaf-Rheinberger.

[2] "Vererbung", en el original alemán (N. del T.).

[3] En francés e Inglés, respectivamente, en el texto original (N. del T.).

vidual, contingente. Cuán duraderas eran esas visiones tradicionales sobre el "hacer hijos", queda de manifiesto en una de las más famosas representaciones de la segunda mitad del siglo XVIII. Con ella inicia la novela *Vida y opiniones del caballero Tristram Shandy*.[4] El futuro padre del aún no nacido narrador Tristram, tiene la costumbre de cumplir con sus deberes maritales durante la tarde del primer sábado de cada mes tras haber dado cuerda al reloj de pie que está en el pasillo de su casa. Una de estas tardes interrumpe la madre la consabida rutina con la pregunta: "Por favor, querido…, ¿has olvidado dar cuerda al reloj?". En el desconcierto y distracción que la pregunta de la esposa causó comienza inevitablemente la "vida infeliz" de Tristram Shandy. Como él mismo hace patente en retrospectiva al inicio de la novela: "Yo hubiera deseado que mi padre o mi madre, o mejor, ambos, ya que los dos fueron igualmente responsables, hubiesen tomado conciencia de lo que se proponían cuando me concibieron teniendo en cuenta mi estrecha vinculación con lo que hacían; que hubiesen sido conscientes de que al fin y al cabo no sólo estaba en juego la producción de un ser racional, sino también la feliz formación y temple de su cuerpo, de su genio tal vez y el molde de su mente. Y de que, de haber procedido de otro modo, incluso la suerte de toda mi casa hubiera tomado derroteros distintos a los impuestos por los *humores* y aptitudes que después dominaron en ella."[5]

En el umbral del siglo XIX se inició un cambio; se comenzó a pensar en la fecundación en términos de una re-producción (para incluir el término que se estaba haciendo familiar en ese tiempo), así como en la transmisión regulada de un sustrato biológico de una generación a la siguiente. Para ello jugaron un papel muy particular el tráfico colonial, los jardines botánicos y las exhibiciones.[6] Para poder distinguir la influencia del medio ambiente de los factores hereditarios, era necesario transportar a los organismos (incluyendo a los humanos) fuera de su ambiente endémico y justo eso lograban las colonias, los jardines botánicos y las exhibiciones. El intercambio entre estas instituciones aun incrementaba la posibilidad de hacer visibles y describir patrones hereditarios complejos como atavismos, la distinción de cualidades, o la aparición súbita de cambios en la progenie. El detonante para este cambio de paradigma no fue el tema clásico de la constancia de las especies, sino justamente aquellas modificaciones en los

---

[4] Laurence Sterne (1975), *Vida y opiniones del caballero Tristram Shandy*, José Antonio López de Letona (trad.), Madrid, Ediciones del Centro. Las citas se toman de esta edición.

[5] El traductor López de Lecona agrega en una nota en la misma página: La teoría de los humores cifraba en el equilibrio de los cuatro elementos la determinación del carácter humano (sanguíneo, colérico, flemático y melancólico).

[6] *Ménagerie,* en francés, se refiere al establecimiento que era utilizado para la exhibición de animales exóticos, de alguna forma un antecedente de los zoológicos modernos (N. del T.).

procesos y especímenes que la vida mostraba a un nivel por debajo de las fronteras de las especies: enfermedades, monstruosidades y otras desviaciones individuales de la norma, es decir, particularidades específicas individuales que se mantenían en la descendencia aun cuando las condiciones de vida se modificaran.

Aquí se hace evidente la relación entre herencia y evolución que para Darwin se desarrolló tras el regreso de la vuelta al mundo en el *Beagle* hacia finales de la década de 1830, cuando comenzó a elucubrar sus primeras reflexiones sobre la variabilidad y el desarrollo de las especies. Para poder justificar su visión de la selección de los individuos más adaptados de una población requería hacer otra suposición: la posibilidad de que en cualquier momento pudieran aparecer modificaciones (si bien poco frecuentes), que una vez que se habían establecido pudieran mantenerse de forma estable y ser heredadas. Darwin enfatizó esto en su obra de 1859 *El origen de las especies* de la forma siguiente: "Cuando una aberración no surge esporádicamente, y la podemos observar en el padre y el hijo, no podemos decir si no es achacable a que el mismo factor original tuvo efecto en ambos. Si, por otro lado, en individuos que claramente se encuentran en las mismas condiciones, una aberración muy poco frecuente[...] se presenta en los padres[...] y se vuelve a encontrar en el hijo[...], estamos prácticamente obligados, por causa de las enseñanzas de la probabilidad, a adjudicar esta aberración a la herencia."[7]

En Darwin será particularmente claro que ya no se trata de un enfoque *vertical* de las líneas de descendencia del individuo, sino de la existencia de un "patrimonio"[8] (Darwin llamó a los componentes de este patrimonio "gémulas"), más o menos atomizado, que se transmitía de generación en generación y que se distribuía nuevamente en una población de individuos. La ironía de la historia será, en todo caso, que la propia particularización que Darwin hace de esta hipótesis general sobre la circulación de "gémulas" en el cuerpo, su "hipótesis provisional de la pangénesis", no encontró ninguna clemencia ante el tribunal de la ciencia. El espacio vacío dejado lo vendrían a ocupar, si bien 50 años más tarde, las leyes de Mendel, aunque hayan sido formuladas al mismo tiempo.

---

[7] En el original se lee: "Wenn eine Abweichung nicht selten erscheint, und wir sie im Vater und im Kind sehen, können wir nicht sagen, ob sie nicht derselben ursprünglichen Ursache zu verdanken ist, die auf beide wirkte. Wenn aber unter Individuen, die offenbar denselben Bedingungen ausgesetzt sind, eine sehr seltene Abweichung [...] in den Eltern erscheint [...] und in dem Kind wieder auftaucht [...], so sind wir schon fast allein auf Grund der Lehre der Wahrscheinlichkeit gezwungen, das Wiederauftauchen dieser Abweichung der Vererbung zuzuschreiben" (N. del T.).

[8] En alemán se lee *Erbgut,* que puede traducirse al español como "patrimonio" o como "material genético" (N. del T.).

El nuevo espacio epistémico horizontal contemplado, no en última instancia introducido por Darwin, fue el punto de referencia para una nueva "biopolítica" (en términos de Michel Foucault) que los Estados nacionales ofrecían, en la que el enfoque no estaba puesto ya en el individuo aislado sino en algo semejante a un "cuerpo comunal"[9] para el que la misma situación se aplicaba: en él se establecía una estrecha relación entre el "material genético" con el "patrimonio" que se transmitiría de generación en generación y que supuestamente debería ser protegido de influencias dañinas. De esta forma, las genealogías médicas de la segunda mitad del siglo XIX presentaron más bien las divisiones estadísticas en vez de los destinos de los individuos. Estos empalmes y resonancias deben ser contemplados si se quiere comprender por qué durante el cambio al siglo XX, y en las décadas siguientes, las fantasías genéticas personificadas en la eugenesia (que manipula de manera creciente la preocupación por la higiene del individuo en el siglo XIX) alcanzaron tanto poder político. El conocimiento sobre la herencia se consideraba como elemento central de un dispositivo biopolítico en la medida que su objeto no se remitía exclusivamente a la procreación individual de la vida, sino que incluía las fuerzas y circunstancias que tenían efecto en y sobre las poblaciones, y eran decisivas para sus vidas. El primo de Darwin, Francis Galton, formulaba eso al final de su *Hereditary Genius* con las trascendentales palabras: "La naturaleza está rebosante de vida latente y el hombre tiene el gran poder de evocarla en la forma y magnitud que nos plazca. No debemos permitirnos contemplar[...] al ser humano como si fuera puesto sobre el tronco de la naturaleza por medios sobrenaturales; en vez de esto, debemos considerarlo mucho más como una nueva forma separada y como una consecuencia regular de las condiciones previas."[10]

Por otro lado, en este espacio también pudo establecerse hacia el fin del siglo XIX una nueva ciencia que llevaba el nombre de Genética y que se colocó en el centro de las ciencias biológicas experimentales del siglo XX como una especie de "biología general", así como lo hizo la teoría evolutiva de Darwin, y con ella el pensamiento hereditario que 50 años antes se colocaba en el centro de la construcción teórica de la biología. En esta ciencia, el espacio epistémico de la herencia se condensaba en nuevos objetos científicos, los genes, cuya manipulación se basaba en dos prerrequisitos técnicos: la generación de líneas puras y el experimento de hibridación que se beneficiaba de

---

[9] *"Volkskörper"* se lee en la versión original (N. del T.).

[10] En el original del artículo se lee: "Die Natur strotzt vor latentem Leben, und der Mensch hat große Macht, dieses in den Formen und in dem Ausmaß, wie er es wünscht, hervorzurufen. Wir dürfen uns nicht erlauben, jeden Menschen[...] so zu betrachten, als sei er dem Stamm der Natur mit übernatürlichen Mitteln aufgesetzt, sondern wir müssen ihn uns vielmehr als eine Absonderung in neuer Gestalt von dem, was schon existierte, und als regelmäßige Konsequenz vorangegangener Bedingungen vorstellen".

la sexualidad de los organismos superiores. Con la distinción entre genotipo y fenotipo, se acuñó la imagen de la vida que persistió durante la primera mitad del siglo xx.

La segunda mitad del siglo pasado trajo, de nuevo, con la genética molecular y su derivación: la ingeniería genética, otro estrechamiento mayor en la visión del gen y su papel para la vida y la supervivencia de los organismos. Los genes fueron localizados como segmentos de ADN en el núcleo celular y descritos como portadores de la información genética, y pronto podrían ser también manipulados. Con la fabricación de organismos genéticamente modificados, que hoy se ha vuelto rutinaria en los biolaboratorios del mundo, se estudia un intercambio horizontal del material genético a través de fronteras de las especies (desde las bacterias hasta los mamíferos), lo que se hace cada vez más relevante en términos prácticos. Si bien es cierto que este intercambio ocurre ocasionalmente en términos evolutivos, esto habría permanecido oculto para la genética clásica. Por más que la transmisión hereditaria comenzó ya con Darwin, como hemos visto, iba a ser considerada cada vez menos como una relación vertical entre generaciones individuales subsiguientes, y cada vez más como una relación vertical entre individuos de una población, y las técnicas moleculares transgénicas radicalizaron aún más esta tendencia de pensamiento sobre la herencia a nivel horizontal. Éstas han extendido y globalizado la circulación del material hereditario, por así decirlo, de poblaciones claramente acotadas con reproducción sexual hacia el mundo entero de los organismos vivos haciendo con ello permeables no sólo las fronteras de las especies, sino también las de los reinos de las plantas, animales y microbios.

Con esto se han puesto también a disposición las fronteras de los organismos; aquellas que en el siglo xviii aún se consideraban invariables y que en el siglo xix sólo eran variables a lo largo de escalas temporales evolutivas. La poza génica surgida del proceso evolutivo de los organismos vivos en su totalidad se convierte así en una caja de herramientas universal, y con los medios genéticos moleculares es posible seguir el desarrollo de cada una de estas herramientas. Los contornos apenas indicados de las fronteras que traspasamos con las expresiones “recombinante”, “transgén” y “quimérico”, son aún hoy difíciles de ser evaluadas y entendidos en sus dimensiones respecto a los efectos causados por la evolución biológica inducida por la acción humana.

Sin embargo, no existe ningún motivo para un enfoque ontológico ahora mismo de este episteme concebido históricamente. Al contrario: si las señales actuales de la biología de sistemas no mienten, podrían realmente confirmar las sospechas de que al menos la genética, como *disciplina*, como se presentó en el siglo xx, podría diluirse en una nueva forma de las ciencias de la vida en el futuro, en las que de por sí no siempre ha existido. Durante

un siglo, el nivel al que resultó más fácil manipular experimentalmente los organismos fue, en buena parte, el genético. Gracias a los conocimientos de la tecnología genética, nos encontramos ahora en el punto donde no sólo podemos analizar genéticamente a los organismos vivos sino que, dentro de las fronteras técnicas, también podrían ser modificados genéticamente. Pero al mismo tiempo, cada día es más claro que el más completo de los análisis genéticos puede representar sólo una fracción de todos los eventos biológicos.

Variaciones americanas de la teoría evolutiva después de Darwin

Keith R. Benson[1]

Introducción

En 1899 Thomas Hunt Morgan escribió a su colega Hans Driesch, con quien había estado discutiendo el estado de la investigación biológica en ese momento, que los estadounidenses no eran "una banda filosófica", argumentando que había simplemente demasiadas cosas por hacer en el nuevo país.[2] Eso ocurrió el mismo año en que William James cambió el nombre de su nueva orientación hacia la filosofía de "practicalismo" a "pragmatismo". Puede ser que los dos eventos compartan más que una relación exclusivamente temporal.

Hace muchos años, la afirmación de Morgan me llevó a considerar una potencial conexión entre los pragmatistas y sus colegas y pares en la biología. Después de todo, como sostuve, en esa época las comunidades académicas eran mucho más pequeñas de lo que son ahora, los académicos de una variedad de disciplinas con frecuencia se reunían en Washington, DC, durante la "semana de la convocatoria" para sus reuniones anuales, y Woods Hole servía no sólo como el nuevo lugar para un laboratorio de biología, sino como una estación de veraneo para muchos académicos del área

[1] Traducción de Edna Suárez.

[2] Carta de T. H. Morgan a Hans Driesch, 1899. Colección de Manuscritos de la American Philosophical Society.

de Boston, incluyendo filósofos y biólogos. Sin embargo, después de revisar cuidadosamente las obras escritas, papeles y documentos de William James, Charles Peirce, E. B. Wilson y T. H. Morgan, no he podido encontrar ningún vínculo directo de la nueva filosofía con la nueva biología. Pese a ello, impacta el "llamado a la acción" de Morgan en la biología, y su aparente orientación pragmática; él no señaló que había que trabajar bajo un marco específico, sino que insistió en que la acción inmediata era lo que se requería. Ésa era, después de todo, una nación vibrante y ocupada, necesitada de una filosofía activa y abierta.

También he argumentado recientemente, en la Ciudad de México el año pasado, que se requiere dirigir más atención a la biología estadounidense antes de 1900, especialmente si queremos entender el contexto en el cual se encontraban embebidas las ideas modernas acerca de la herencia, la evolución y el desarrollo. En ese entonces utilicé el caso de William Keith Brooks, un biólogo que aún hoy en día es escasamente comprendido, pero que introdujo a una generación entera de biólogos estadounidenses a los nuevos puntos de vista en la teoría evolutiva, a los nuevos enfoques de laboratorio y microscópicos a la biología, y a muchas ideas de vanguardia en Europa, incluyendo la teoría gastrae, las ideas de Weissman de la separación del germoplasma y las células somáticas (Benson, 2010).

El presente artículo es una extensión de esas ideas. De hecho, me gustaría examinar el periodo de 1859 a 1900 en un intento por comprender mejor la respuesta estadounidense a Charles Darwin, las razones por las que éstos fueron tan receptivos a las ideas evolutivas en general, y el contexto en 1900 del así llamado debate entre los neolamarckianos y los neodarwinianos. En términos de dicho debate, sostendré que no tiene ningún sentido real hablar de "campos" evolutivos en la biología antes del fin del siglo XIX. Antes de 1900, la biología estadounidense era evolutiva; su versión de la teoría evolutiva podía tomar un tono o una complexión que reflejara cualquier número de aspectos diferentes para explicar la complejidad de la naturaleza, que iban desde una agencia creativa hasta los caracteres adquiridos por selección natural. Pero el marco era siempre evolutivo.

La visión tradicional de la biología estadounidense, 1859-1890

Hay dos interpretaciones estándar de la recepción a la teoría evolutiva en Estados Unidos. El primer acercamiento se remonta al artículo de Edward Pfeifer publicado en *Isis* en 1965, un artículo en el que Pfeifer señala la existencia de una comunidad evolucionista fuerte y vibrante en Estados Unidos caracterizada por ideas neolamarckianas, a expensas de las ideas darwinia-

nas.[3] Esta interpretación fue posteriormente adoptada y expandida por Stephen Jay Gould en *Ontogeny and Phylogeny*, por Richard Burkhardt en un artículo en el influyente libro sobre la síntesis evolutiva editado por Ernst Mayr y William Provine, por Peter Bowler en *The Eclipse of Darwinism*, y por James Moore en *Post-Darwinian Controversies*, entre otros. Para apoyar su argumento, la mayoría de estas interpretaciones señalan la creación del *American Naturalist*, una revista que declaradamente se especializó en ideas neolamarckianas desde 1867. La segunda perspectiva se asocia casi exclusivamente al nombre de Ronald Numbers (y quizás a su estudiante más conocido, Edward Larson), la cual retrata la historia del conflicto de la evolución con la religión. Este tema se centra en *Darwinism Comes to America*, así como en el trabajo más reciente de Numbers, *The Creationists*.[4]

Desafortunadamente, especialmente cuando uno trata de comprender la tremenda variedad de esquemas evolutivos prevalecientes en Estados Unidos, estas dos perspectivas fuerzan una dialéctica no natural en el registro histórico. Esto es, uno necesita ya sea amontonar ideas evolutivas en el campo darwiniano o en el campo lamarckiano, o entender la respuesta estadounidense como si favoreciera a la evolución o a la religión. Sin embargo, al examinar el panorama de 1859 a 1900 en este país, ninguna de estas perspectivas parece ofrecer más que un principio heurístico organizador; de hecho, en esta época los naturalistas las reconocían como visiones lamarckianas y darwinianas de la teoría evolutiva, pero en la mayoría de los casos, éstas no eran opuestas. Más aún, cuando A. S. Packard escribió su libro de 1901, *Lamarck, The Founder of Evolution*, el autor de la reseña sostuvo que la "cuestión real, sin embargo, no es si el lamarckismo es verdadero y el darwinismo no lo es, ya que estas teorías no son necesariamente incompatibles".[5] Incluso, cuando surgía alguna cuestión que involucrara a la evolución y la religión,

---

[3] Pfeifer no fecha específicamente la formación de la comunidad neolamarckiana con la fundación de la revista *American Naturalist* en 1867. Sin embargo, su artículo de *Isis* deja la fuerte impresión de que esta comunidad existía antes de que en realidad existiera. Su argumento es que habían nociones lamarckianas en la revista desde sus inicios, pero la identificación de una posición lamarckiana estadounidense no tuvo lugar sino hasta 1885.

[4] No estoy acusando a Numbers ni a Larson de crear una falsa oposición evolución *versus* religión. Para ser justos, ambos han llevado a cabo una impresionante investigación y han escrito estudios influyentes para documentar la reacción conservadora en contra de la teoría de la evolución. Ninguno de ellos ha sostenido que existiera una discusión necesaria entre la teoría evolutiva y la religión en Estados Unidos, aunque ambos han expuesto cuidadosamente las principales reacciones contra la teoría evolutiva de los líderes religiosos con una posición conservadora. Para más detalles acerca de la respuesta conservadora, véase la tesis sin publicar de John Angus Campbell, "A Rhetorical Analysis of the Origin of Species and or American Christianity's Response to Darwinism", Universidad de Pittsburgh, 1968.

[5] Reseña de A. S. Packard (1901), "Lamarck, the Founder of Evolution, his Life and Work" (1901), *American naturalist*, vol. 36, núm. 1902, pp. 495-497.

invariablemente conducía a una nueva perspectiva sintética de la evolución que incluía el término "teística". En lugar de enfatizar una interpretación que opusiera a estas visiones, Morgan y James podrían haber sugerido un marco más satisfactorio para evaluar las nuevas ideas en su contexto estadounidense. Esto es, necesitamos tomar en cuenta el trabajo que los biólogos consideraban importante de hacer, y qué tipo de trabajo era exitoso y cuál fracasaba. En otras palabras, es tiempo de considerar la naturaleza pragmática de las nociones evolucionistas en Estados Unidos.

Las variedades de la evolución en Estados Unidos

En su libro *Darwinism comes to America*, Numbers incluye una búsqueda de las tendencias de los 80 naturalistas que eran miembros de la Academia Nacional de Ciencias durante la segunda mitad del siglo XIX. He expandido esta lista y la he hecho menos ortodoxa añadiendo más de 20 nombres, seleccionados sobre la base de su papel central en relación con los temas evolutivos de la época. Al examinar la lista más larga hay dos caracteres que resultan aparentes. El primero continúa el supuesto de Charles Darwin de que los naturalistas más viejos rechazarían los argumentos evolucionistas, mientras que los más jóvenes serían más receptivos a la evolución. Esto es, los naturalistas estadounidenses nacidos a inicios del siglo XIX eran más escépticos, prefiriendo adherirse a la noción de las especies fijas. Confundidos frecuentemente con nociones modernas del "creacionismo", estas ideas más viejas normalmente seguían las teorías creacionistas más seculares de Georges Cuvier, el naturalista francés que a inicios del siglo XIX mandó al fondo del escenario a Lamarck, y sirvió de inspiración para la historia natural británica hasta 1859. Así, Louis Agassiz, Edward Hitchcock y Augustus Gould rechazaron *El origen de las especies*. La segunda generalización involucra la amplia variedad de esquemas evolutivos que reconocieron quienes aceptaron el cambio orgánico. De hecho, es extremadamente difícil proporcionar categorías útiles bajo las cuales puedan organizarse estas diferentes nociones. Estaban aquellos que seguían cercanamente a Darwin pero le daban a sus ideas un giro teístico (Asa Gray); otros hacían lo mismo con Lamarck (Joseph Leconte); algunos aceptaban la teoría evolutiva de Darwin pero rechazaban la selección natural (Alexander Agassiz); otros eran darwinianos e insistían que la selección natural era suficiente (William Brooks); y unos más adoptaban nociones lamarckianas y le añadían la selección natural como un segundo mecanismo (E. D. Cope). Incluso había quienes afirmaban que Darwin enfatizaba el papel del ambiente (Edward Morse), mientras que otros usaban estos mismos argumentos dentro de una orientación lamarckiana (Alpheus Hyatt). De esta manera, las variaciones del tema evolutivo para los naturalistas estadounidenses eran casi tan ilimitadas como la variación del mundo natural sobre la cual actuaba la evolución.

Pero lo que también llama la atención en estas variaciones del tema darwiniano es qué tan hondo penetraban las ideas evolutivas en la comunidad de historiadores naturales en Estados Unidos. De hecho, en 1891 Lester Frank Ward evaluó la situación y sostuvo que a la muerte de Darwin (1882) "la doctrina general de la evolución y la teoría del desarrollo en biología habían sido tan aceptadas por casi todo el cuerpo de científicos que escasamente valía la pena reconciliarse con el pequeño remanente que aún se adhería a la hipótesis de la creación especial".[6] Si Ward estaba en lo correcto en su caracterización de la situación, como pienso que lo estaba, entonces parece oportuno que los historiadores se deshagan de la dialéctica entre Darwin y Lamarck, y entre la ciencia y la religión, y busquen una interpretación más matizada para la amplia recepción de la teoría evolutiva en Estados Unidos después de 1859. Enseguida presentaré un marco más amplio contra el cual podemos obtener una mejor explicación de la diversidad de las ideas evolutivas en Estados Unidos. Parte de mi argumento representa posiciones históricas construidas por investigadores de contextos distintos a la biología. Sin embargo, si bien con frecuencia han sido consideradas tangenciales a la visión tradicional de la teoría evolutiva en Estados Unidos, estas interpretaciones de la historia estadounidense cerca de 1860-1900 proveen sugerencias que ayudan a entender la recepción de la teoría evolutiva en ese lugar.

La inmediata recepción de Darwin, 1860

Según la sabiduría histórica convencional, el entusiasmo estadounidense por Darwin fue en gran parte disparado por Asa Gray, cuando reseñó *El origen* en un artículo publicado en dos partes en el *Atlantic Monthly* en 1860. Gray creó una interpretación cálida y amigable de la teoría evolutiva, comprensible para cualquier persona letrada, y concluyó su reseña sugiriendo una interpretación teísta del trabajo de Darwin. Esto era ciertamente razonable para muchos lectores del libro de Darwin, aunque el famoso autor lo objetara, dado que *El origen* concluía con lenguaje que rayaba en lo espiritual, especialmente con la frase, "hay grandeza en esta visión de la vida...". Para Gray ciertamente había grandeza, y para muchos estadounidenses se volvió fácil acomodar la nueva y más elevada visión del mundo natural dentro del marco teológico que tuvieran. El presbiteriano James McCosh inició un debate en Princeton a inicios de la década de 1860, al declarar que la manera en que Dios actuaba en el mundo era la evolución teísta de Darwin. Incluso el primer número del *American Naturalist* reunió ideas en un creativo decreto, ya fuera Lamarck o Darwin, para explicar la evolución. Pero antes

[6] Lester Frank Ward (1981), "Neo-Darwinismo and Neo-Lamarckismo", Annual Address of the President of the Biological Society of Washington, Washington, p. 13.

de que pudiera haber surgido un gran debate alrededor de la nueva teoría, los estadounidenses se encontraron envueltos en un evento más trágico, la Guerra Civil.

El impacto de la Guerra Civil en los intelectuales de Estados Unidos

Si bien no se discute frecuentemente en relación con la teoría evolutiva, mi postura es que los historiadores de la ciencia de ese país necesitan poner más atención a la profunda influencia de la Guerra Civil sobre el carácter estadounidense, incluyendo sus tradiciones intelectuales. Al mismo tiempo, debe señalarse que existen pocos registros de un interés por la teoría evolutiva en los años de la guerra, hubo escaso trabajo biológico llevado a cabo entre 1861 y 1865, no habían revistas especializadas en estudios biológicos en este periodo, y el interés que consumía a la nación escasamente rozaba algún tema científico, a menos que pudiera ponerse al servicio del país dividido por la guerra. Más importante aún es darse cuenta del impacto que tuvo la guerra en Estados Unidos *después* de 1865, pues los historiadores con frecuencia enfatizan el impacto de la guerra franco-prusiana en la cultura europea durante la década de 1880, o el impacto mundial de la Primera Guerra Mundial durante la década de 1920, pero raramente consideran la influencia de la Guerra Civil sobre la ciencia estadounidense en general, o la teoría evolutiva en particular.

En su muy celebrado libro *The Republic of Suffering* (2008), Drew Gilpin Faust argumenta coherentemente que la Guerra Civil creó en Estados Unidos una "cultura de la muerte", especialmente cuando cuerpo tras cuerpo y féretro tras féretro, eran transportados a casa desde los frentes de batalla, todo dentro de los límites del propio país. Y la tasa de muerte fue en verdad sorprendente. Aunque las cifras siguen siendo imprecisas, generalmente se acepta que murieron cerca de 620 000 soldados, más que si se suman las muertes de estadounidenses en la guerra de Revolución (Independencia), la guerra de 1812, la guerra con México, la guerra contra España, la Primera Guerra Mundial, la Segunda Guerra Mundial, y la guerra de Corea. Para proveer una comparación más significativa con la situación actual, la tasa de mortandad de 2% de la población significaría que habrían muerto 6 millones de estadounidenses. Aún más trágicamente, la Guerra Civil tuvo un costo más alto en el sur, con una tasa de fatalidad de aproximadamente uno de cada cinco hombres blancos en edad militar. Estas cifras no incluyen muertes de civiles, cuyo número se estima en 50 000 tan sólo en los estados del sur. Como hace notar Faust, Frederick Law Olmstead argumentaba que la Guerra Civil había creado una "república del sufrimiento", frase que le da título al libro (Faust, 2008, pp. xi-xiii). El gran diplomático estadounidense,

George Kennan, sostuvo que la Guerrra Civil demostraba la feroz destrucción del armamento mecanizado, creando así la lección de que tales guerras nunca producirían ganadores. Esto es, el costo asociado con la tecnología armamentista era tan grande que, al final, todos los combatientes perdían.[7]

El ascenso del pragmatismo

Louis Menand también ha escrito acerca del impacto de la Guerra Civil en la cultura estadounidense en su premiado libro *The Metaphysical Club* (2001). Dadas las sombrías estadísticas de muertes, Menand hace notar que virtualmente cada persona fue tocada por la guerra. Esto también fue verdad para la emergente clase intelectual, particularmente aquellos asociados con Cambridge y Harvard; por ejemplo, Menand argumenta, a través de Oliver W. Holmes, que la Guerra Civil destruyó toda base intelectual para el optimismo que podría haber existido en Estados Unidos antes de 1861. Por el contrario, estudiosos como Holmes pronto desarrollaron un prejuicio en contra de cualquier idea que se envolviera como certidumbre eterna (Menand, 2001, pp. 67-69). La guerra lo había cambiado todo; como Holmes afirmaría, "después de la Guerra Civil el mundo nunca volvió a estar precisamente bien".

Por supuesto, es muy simplista culpar o dar crédito a la Guerra Civil por producir el pragmatismo estadounidense, pero es más que coincidencia que Holmes y sus colegas pronto comenzaran a reunirse con regularidad en Harvard y alrededor de Cambridge para discutir el sentido de pérdida a partir de la guerra y su necesidad de crear un nuevo marco filosófico que "funcionara" dentro del contexto estadounidense, en lugar de depender de ideas provenientes del "viejo" mundo. Como su colega, William James también confrontó el dogma intelectual tradicional en su reacción frente a la Guerra Civil, abandonando toda noción de verdad absoluta. En su lugar, optó por una posición que argumentaba a favor de una filosofía más dinámica. O, como él lo sostuvo: "La verdad de una idea no es una propiedad estancada, inherente a ella. La verdad *le sucede* a una idea. *Se vuelve* verdad, es *hecha* verdad por los eventos." (Commager, 1950, p. 94). De hecho, la otra influencia en la naciente comunidad de pragmatistas fue la teoría evolutiva. Esto es, el cambio se convirtió en una parte aceptada del mundo natural; se había ido la noción de las especies invariables al igual que el de la verdad invariable. En su lugar, se encontraba la idea de que la naturaleza es dinámica y, adicionalmente, que la verdad es dinámica. Las ideas, como las especies, necesitaban soportar las presiones de selección; aquellas ideas que habían sobrevivido esta prueba eran las adoptadas. Gradualmente, estos argumentos ganaron

[7] Probablemente no necesito señalar que las lecciones de la Guerra Civil y la advertencia de Kennan no fueron adoptadas por el gobierno estadounidense.

un lugar. Más aún, sus características individualistas, democráticas, prácticas y oportunistas parecían fundirse con el carácter estadounidense. Finalmente, despojadas de la formidable naturaleza de la filosofía, las personas letradas abrazaron la naturaleza de sentido común del pragmatismo.

El papel del excepcionalismo y las nociones spencerianas de progreso

De manera relacionada, las ideas evolucionistas de Darwin parecían encontrar un acomodo fácil dentro de la tradición excepcionalista que siempre ha sido parte de las promesas buscadas y adoptadas por la nueva nación. Aunque tradicionalmente muchos fueron dejados a un lado de tales promesas (las mujeres, los negros, los pueblos indígenas), esto no constituía el lenguaje político del país, ni el lenguaje de la población educada, especialmente durante la segunda mitad del siglo XIX (Ross, 1991, pp. 28-30). La misma posición excepcionalista fue reinterpretada por muchos estadounidenses en relación con la curación de las heridas de la Guerra Civil. Un exponente destacado de esta perspectiva fue el editor E. L. Youmans, quien invitó a Herbert Spencer y a Ernst Haeckel a escribir para las audiencias estadounidenses. A Spencer le solicitó "ideas –ideas amplias, organizadoras–, y no creo que haya otro hombre cuyos pensamientos sean tan valiosos como los suyos, para nuestras necesidades". Pronto, el nuevo periódico de Youmans, *Popular Science Monthly* (1872) comenzó a incluir las ideas de Spencer, y entonces arregló con Haeckel la publicación de una edición estadounidense de su *Historia de la creación* (1872) y de los *First Principles* de Spencer, originalmente publicados en Inglaterra entre 1864 y 1867, los cuales aparecieron en la edición estadounidense de 1882. Como parte del mismo esfuerzo, todas las publicaciones de Darwin se volvieron accesibles al público de Estados Unidos, en ediciones mucho menos costosas, gracias a la casa editora Appleton.

Aunque tanto Spencer como Haeckel atrajeron mucha atención en Estados Unidos, fue Spencer quien aceptó la invitación de Youmans para visitar el Nuevo Mundo. Si bien nunca fue un famoso filósofo en Inglaterra, Spencer pronto cimentó su posición en Estados Unidos. Entrelazando sus propias posturas con su comprensión de la teoría de Darwin, Spencer le dijo al expectante público estadounidense en 1882 que las "verdades biológicas" apuntaban a un "mejor tipo de ser humano de lo que hasta entonces ha existido", y que ellos podían "razonablemente ver hacia un tiempo futuro en el que habrían formado la civilización más grande que haya producido el mundo". Esta retórica estaba a la par con la creencia de Spencer en el progreso inexorable del mundo natural. Como él sostuvo, "el progreso no es un accidente sino una necesidad. Lo que llamamos malo e inmoral debe desapa-

recer. Es correcto esperar que el hombre debe perfeccionarse[…] Siempre hacia la perfección es el movimiento poderoso, hacia un desarrollo completo y un bien menos ambiguo” (Commager, 1950, p. 86).[8]

Estos puntos de vista, escasamente ortodoxos en un sentido darwiniano, y que incorporaban una noción lamarckiana más determinista del cambio orgánico, se convirtieron en verdades pragmáticas para los estadounidenses. De manera similar, sus ediciones contenían el mismo mensaje. Al final, más estadounidenses ajenos a la ciencia recibieron sus ideas sobre la teoría evolutiva de Spencer y de Haeckel, al igual que de una versión teística más moderna de John Fiske (*The Life Everlasting*), que de una lectura de la obra original de Darwin. Como hice notar, esta apreciación ofreció una mezcla pragmática de la dinámica natural, las influencias ambientales sobre el cambio, los caracteres adquiridos, el progreso inexorable del mundo natural, y el optimismo.

La evolución y la comunidad de naturalistas en Estados Unidos

Es importante llamar la atención no sólo de la receptividad de los estadounidenses educados frente a una teoría de la evolución generalizable y maleable, sino también una cierta predisposición flexible dentro de la comunidad de naturalistas de 1859 a 1900. Mucha de esta recepción temprana tuvo lugar alrededor del Harvard Yard como resultado de la popularización llevada a cabo por Asa Gray. Adicionalmente, sin embargo, el colega de Gray y opositor a la teoría evolutiva, Louis Agassiz, enseñó las nuevas ideas en el Museo de Zoología Comparativa, el centro de trabajo biológico en Harvard tras abrir sus puertas en 1859, junto con sus propias ideas sobre la fijeza de las especies, inspiradas en el desarrollo orgánico. Si bien es cierto que la guerra limitó la cantidad de trabajo de campo que los estudiantes podían realizar a inicios de la década de 1860, después de 1865 los estudiantes y graduados del museo se lanzaron al campo, algunos incluso viajando hacia el oeste, donde se habían localizado numerosas formaciones fosilíferas. Para inicios de la década de 1870, la evidencia fósil documentaba la existencia en Estados Unidos de colecciones impresionantes de mamíferos extintos del Eoceno y el Mioceno (incluyendo un registro completo de la evolución del caballo), impactantes ejemplos de dinosaurios, ejemplos raros de aves dentadas, y vastas series de conchas marinas, incluyendo maravillosas series completas de nautiloides y amonitas. De hecho, más allá de la botánica, las colecciones de museos de formas fósiles dominaron las

[8] Para una excelente descripción del impacto de Spencer véase “Herbert Spencer on the Americans and the Americans on Spencer”, editado por E. F. Youmans (1983). La única copia de esta publicación que he localizado está disponible en *Google* buscando “neo-lamarckian”.

primeras dos décadas de estudios evolutivos en Estados Unidos, ilustrando de manera convincente ejemplos de cambio evolutivo. Esto es claro a partir de la primera década del *American Naturalist*, con artículos sobre investigación paleontológica que enfatizaban la cercana y dinámica relación entre las especies y las condiciones ambientales.[9] Cuando las condiciones cambiaban, también lo hacían las especies; las modificaciones físicas, el uso y el desuso, el desarrollo acelerado o retardado, y los cambios heterocrónicos dominaban las discusiones sobre evolución.

Para todo fin práctico, desde 1770 hasta aproximadamente 1870, la historia natural consistía en trabajo de museo. La única educación avanzada en historia natural era ofrecida en Harvard (a través de la Lawrence School of Science), y en Yale (Sheffield School of Science), cada una asociada a un museo. Los programas de posgrado en ciencias biológicas simplemente no existían. De hecho, cuando Brooks recibió su doctorado (PhD) de Harvard en 1875, se trataba apenas del tercer grado de doctor entregado en el país entero. Así, si uno quería trabajar en historia natural, debía ser dentro del contexto de un museo.

Esta situación cambiaría muy pronto. Al momento en que Youmans trabajó para importar ideas científicas a Estados Unidos, otros líderes nacionales trabajaban para importar educación científica de Europa. Para inicios de la década de 1880 comenzaron a surgir oportunidades, siguiendo el modelo de la Universidad John Hopkins en 1876. Como resultado, el foco de la historia natural cambió de una empresa exclusivamente orientada al campo en el museo, a un proyecto crecientemente asociado con las nuevas universidades, los laboratorios biológicos y las investigaciones microscópicas. Literalmente transportando las técnicas y procedimientos europeos al Nuevo Mundo, los naturalistas se rebautizaron a sí mismos como biólogos, o zoólogos, y comenzaron a cambiar su foco de atención de las reconstrucciones históricas de grupos fósiles y las recreaciones especulativas de sus relaciones filogenéticas, a cuestiones causales del desarrollo de las especies. Esto es, a la paleontología se sumó la embriología morfológica. Como ilustración de esta nueva perspectiva encontramos un artículo en dos partes escrito por C. O. Whitman, que exhibía las últimas técnicas microscópicas de Alemania y Nápoles; tres años más tarde, este autor escribiría el primer texto sobre microscopía para Estados Unidos, lo que proporcionó a los estadounidenses las nuevas técnicas, que pronto hicieron suyas.

Quizás la modificación más notable que ocurrió con relación a la teoría evolutiva estuvo marcado por un cambio casi generacional, de alguna mane-

---

[9] He revisado todos los ejemplares del *American Naturalist* de 1867 a 1890 para este artículo. Las afirmaciones incluidas aquí acerca del trabajo que se realizaba en biología, son resultado de esta revisión.

ra reminiscente del cambio del argumento del diseño de los naturalistas más viejos, a la perspectiva dinámica de las especies defendida por los naturalistas más jóvenes. Esto es, todos los biólogos y naturalistas estadounidenses que fueron entrenados en los nuevos programas de posgrado en las décadas de 1880 y 1890 adoptaron la teoría evolutiva, pero de manera casi universal sostuvieron los argumentos relacionados con los caracteres adquiridos, las influencias ambientales, las fuerzas inherentes, los eventos saltacionistas, etcétera. Por otro lado, la herencia y la variación se convirtieron en los problemas principales, investigados ahora utilizando materiales embriológicos. Por supuesto, tras la publicación de *El origen*, los naturalistas se hicieron conscientes del tiempo, de la cuestión de si la selección natural es un agente creativo del cambio, y del problema de qué causa la variación. Para 1900, estos problemas sirvieron como contexto para los dos componentes centrales de la entonces moderna teoría evolutiva: los cambios funcionales de Lamarck y los cambios seleccionistas de Darwin. Pero la cuestión para ambos consistía en explicar cuál era la causa.

La formación de los acercamientos neolamarckianos y neodarwinianos a la teoría evolutiva

El marco anterior es el que provee, a mi juicio, una mejor interpretación tanto para la vasta diversidad de ideas evolutivas en Estados Unidos de 1859 a 1900, como para la reducción gradual de estas ideas hacia explicaciones desarrollistas después de 1900. Es mi postura que la biología estadounidense fue evolutiva durante todo ese tiempo aunque las ideas evolutivas eran altamente heterodoxas. Así, no había un programa neolamarckiano o una orientación neodarwiniana *per se* antes del fin de siglo (el término neolamarckiano no se usó antes de 1881 y el trabajo teórico de Lamarck no fue traducido en Estados Unidos sino hasta 1888). Por el contrario, existía un continuo, o una postura gradualista, que iba desde el Darwin puro hasta el Lamarck puro, con una vasta mayoría de los naturalistas ocupando posiciones entre ambos polos. El asunto que iba a cambiar esta situación y reorientar a la biología estadounidense hacia cuestiones de desarrollo fue el ataque de Weismann contra la transmisión de características adquiridas a finales de la década de 1880. Su noción de la continuidad del germoplasma insistía en que cualquier variación debía ser explicada como surgiendo dentro del material hereditario, y no de causas externas.

La reacción inmediata a las conclusiones de Weismann sirvió como el foco del discurso presidencial de Lester Frank Ward ante la Biological Society en Washington, en 1891. En este discurso, Ward hizo notar la creciente división de los biólogos en dos campos, el neolamarckiano (la frase fue utilizada por primera vez por Packard en 1885) y el neodarwinismo (término

acuñado por Romanes en 1888),[10] pero prevenía en contra de los peligros de esa división ya que separaría a las dos partes complementarias de la evolución, la funcional y la selectiva. Sin embargo, emergieron dos campos, no tanto divididos por un rechazo consciente de una u otras partes de la evolución, sino basados en patrones generacionales. Así, la generación de biólogos que trabajaba dentro de la tradición de los museos y utilizaba argumentos fósiles del cambio de las especies, se aferró a la necesidad de las influencias ambientales y las características adquiridas. La generación más joven, ahora educada en el trabajo de laboratorio y que enfatizaba los nuevos estudios sobre el desarrollo, se enfocó en las potenciales explicaciones embriológicas de la variación y la herencia. Más interesante aún, estos biólogos con frecuencia se alejaban de las nociones neodarwinianas de selección, prefiriendo una visión evolutiva generalizable, con la esperanza de que sus explicaciones pronto se encontrarían con el registro del desarrollo fósil de las especies.

Conclusiones

Para finalizar, mi argumento es que hubo una reacción única a la teoría evolutiva en Estados Unidos después de la aparición del trabajo de Darwin en 1859. Esta reacción única no puede comprenderse de manera significativa usando como referencia las dicotomías tradicionales entre las interpretaciones lamarckianas y darwinianas, o entre las respuestas científicas o religiosas; por el contrario, los estadounidenses aceptaron rápida, entusiasta y acríticamente la teoría evolutiva. Influidos por la debacle de la Guerra Civil, la nueva filosofía pragmatista, la necesidad de reconstruir el excepcionalismo sobre bases nuevas, las variaciones europeas del tema evolutivo de Spencer y Haeckel, la adaptación utilitaria de la teoría evolutiva primero frente a las impresionantes colecciones de fósiles y luego al nuevo trabajo de laboratorio a fines del siglo XIX, ayudaron a explicar la amplia variedad de argumentos evolutivos defendidos por los naturalistas estadounidenses entre 1859 y 1900. El cambio orgánico, los caracteres adquiridos y la influencia ambiental, el cambio saltacional, las fuerzas inherentes progresivas, la selección natural, los mecanismos adaptativos, los cambios heterocrónicos en el desarrollo, e incluso la agencia creativa, eran parte del legado estadounidense para la evolución hasta 1900. Incluso los biólogos reconocían el carácter inusual de lo que llamaron "la escuela Americana de la Evolución". Puesto de manera simple, no existía dicotomía entre los lamarckianos y los darwinianos, ni existía una lucha de dominación entre la ciencia y la religión por la teoría evolutiva. Por el contrario, los científicos estadounidenses y

[10] Ward proporcionó una clara revisión del primer uso de los términos neolamarckiano y neodarwiniano en su discurso ante la Biological Society de Washington, DC, en 1891.

su público aceptaron la teoría evolutiva por razones pragmáticas, ya que ofrecía un marco que daba sentido a su mundo sacudido por la Guerra Civil, proveía una nueva justificación para el excepcionalismo estadounidense, embonaba dentro de las nuevas ideas teístas y progresistas apreciadas por los estadounidenses de fines del siglo XIX, y era científica, representando así el espíritu de la época. En términos de la ciencia, y aún más importante, una interpretación heterodoxa y robusta de la teoría evolutiva, permitió a una comunidad creciente de biólogos interpretar los hallazgos paleontológicos que llegaban a los museos del este del país provenientes del oeste, y también proporcionó una rica plataforma dentro de la cual podían perseguirse las nuevas preguntas acerca del desarrollo. En resumen, la teoría evolutiva fue lo máximo, dentro de una "filosofía" pragmática, para un país que tenía aún mucho por hacer.

Bibliografía

American Naturalist, 1867-1890 (survey).

Benson, K. (2010), *William Keith Brooks (1848-1908) and the Defense of late-Nineteenth Century Darwinian Evolution Theory,* en Barahona, A., Suárez-Díaz, E. y Rheinberger, H. J. (eds.), *The Hereditary Hourglass, Genetics and Epigenetics, 1868-2000,* Preprint 392, Berlin, Max Planck Institute for the History of Science.

Benson, K., J. Maienschein y R. Rainger (eds.) (1988), *The American Development of Biology,* Philadelphia, University of Pennsylvania Press.

Bowler, P. (1983), *The Eclipse of Darwinism,* Baltimore, Johns Hopkins University Press.

______ (1988), *The Non-Darwinian Revolution,* Baltimore, Johns Hopkins University Press.

Burkhardt, R. Jr. (1980), "Lamarckism in Britain and the United States", en Mayr, E. y Provine, W., *The Evolutionary Synthesis: Perspectives on the Unification of Biolog*y, Cambridge, Harvard University Press.

Campbell, J. (1968), *A Rhetorical Analysis of the Origin of Species and of American Christianity's Response to Darwinism,* Unpublished, Ph.D. Dissertation, University of Pittsburgh.

Commager, H. (1950), *The American Mind,* New Haven, Yale University Press.

Faust, D. G. (2008), *The Republic of Suffering,* New York, Alfred A. Knopf.

Gould, S. (1977), *Ontogeny and Phylogeny,* Cambridge, Harvard University Press.

Menand, L. (2001), *The Metaphysical Club: A Story of Ideas in America,* New York, Farrar, Strauss and Giroux.

Moore, J. (1979), *The Post Darwinian Controversies,* Cambridge, Cambridge University Press.

Numbers, R. (1998), *Darwinism Comes to America,* Cambridge, Harvard University Press.
Pfeifer, E. (1965), "The Genesis of American Neo-Lamarckism", *Isis,* núm. 56, pp. 156-167.
Ross, D. (1991), *The American Origins of Social Thought,* Cambridge, Cambridge University Press.
Ward, L. (1891), *Neo-Darwinism and Neo-Lamarckism,* Annual Address of the President of the Biological Society of Washington, Washington, DC.

El león de Hércules: Francisco X. Muñiz, Charles Darwin, Richard Owen y el género *Machairodus*

Irina Podgorny

> *La première chose à faire dans l'étude d'un animal fossile est de reconnaître la forme de ses dents molaires; on détermine par—là s'il est carnivore ou herbivore.*[1] (Cuvier citado por Owen, 1840, p. 57).

> Tiene para mi un particular interés el Machaerodo. De las fábulas griegas, entre ellas las doce hazañas de Hércules, no es la menor haber extirpado el león que asolaba las campañas de Nemea, y entre los fósiles encontrados en Grecia, á mas de seis variedades de monos, fósiles cuya posibilidad negaba Cuvier años antes, se encontró con un terrible carnívoro fósil con dientes, incisivos, muelas y uñas formidables, dotado además de cuchillos tajantes á guisa de espadas de dos filos que debieron servirle para hacer tajadas de la carne que los otros instrumentos de aquel arsenal le procuraban. Este debió ser el espantable león Nemeo, extirpado por Hércules, acaso por haber dado como Muñiz con sus huesos fósiles mas tarde (Sarmiento, 1953, p. 203).

Introducción

En los primeros meses de 1847, Charles Darwin le escribía a Richard Owen notificándole de una carta y unos documentos que hacía cuatro meses habían

[1] La primera cosa a hacer en el estudio de un animal fósil consiste en reconocer la forma de los molares para determinar si se trata de un herbívoro o de un carnívoro.

llegado de Buenos Aires pero que, por distintas circunstancias, sólo había podido leer entonces. Se trataba de un ofrecimiento de Francisco X. Muñiz (1795-1871), médico de policía del Departamento del Centro de la Provincia de Buenos Aires, con quien Darwin estaba en comunicación[2] gracias a los oficios de Edward Lumb, comerciante británico residente en el Plata (Hanon, 2005):

> Recibí una carta y un envío del señor F. Muñiz, el caballero que hace esas maravillosas colecciones de huesos fósiles cerca de Buenos Aires. Su carta, lamentablemente, estuvo en Londres por más de cuatro meses. Ofrece varios fósiles al Colegio de Cirujanos, para completar –al menos eso supone– los esqueletos que yo recogí; también ofrece un esqueleto aparentemente casi perfecto de un nuevo género de carnívoros. Sin embargo, no tengo dudas que se trata de *Machairodus*. También ofrece las partes de *Megatherium* faltantes en el esqueleto del Colegio. *Desea que se le especifiquen las partes más necesarias*. ¿Me haría ese favor? Presumo que si envía los especímenes desde Buenos Aires con una carta al curador del Colegio, van a llegar sin problemas. Pero también considero que sería muy recomendable ofrecerle un pago, si señala cómo hacerlo, para cubrir los gastos de embalaje, su traslado de unas 20 o 30 millas hasta Buenos Aires y posterior embarque. Si se lo estimula, Muñiz muy probablemente envíe otras cosas. ¿No sería conveniente ofrecerle copia de algunas de las publicaciones del Colegio? Yo le mandaré mis "Geological Observations".
>
> Es verdaderamente notable que este hombre, siendo médico de la Villa de Luján, aislado y probablemente pobre, mantenga activo su celo: me mandó un periódico en español con una larga descripción de *Machairodus* que espero hacer traducir y, si lo hago, mandársela. Para estimularlo trataría de hacerlo publicar en alguno de los periódicos.
>
> ¿Podría obtener pronto una respuesta? Aunque presumo que tendrá que someter la oferta al comité del Museo. ¡Qué gran *factum* sería un esqueleto de *Machairodus*! ¿Ha escuchado algo acerca de una colección de huesos de Buenos Aires recibida en París? Muñiz las mandó por el almirante Dupotet y está ansioso por saber si llegaron.[3]

---

[2] Darwin le solicitaba datos sobre los animales domésticos: hábitos, origen, forma, cruzas experimentadas y animales que volvían al estado salvaje. "Darwin Correspondence Project Database", en http://www.darwinproject.ac.uk/entry-1063/, carta núm. 1063, consultada el 17 de febrero de 2010, traducción publicada en Sarmiento, 1953, pp. 200-201.

[3] "I here received a letter and parcel of papers from S. F. Muñiz, the gentleman who has made such wonderful collection of fossil bones near B. Ayres. His letter has been unfortunately lying for near four months in London. It is to offer to the College of Surgeons various fossils, completing as he believes, the skeletons collected by me; also an apparently near perfect skel-

Y aunque Darwin no había entendido y quería recompensar al pobre doctor con publicaciones y el costo del flete, se trataba de una transacción comercial,[4] del mismo tipo que las realizadas poco tiempo antes entre el British Museum, el Royal College of Surgeons, Pedro de Angelis y Nicolás Descalzi (Podgorny, 2007; García y Podgorny, 2010). En esa carta, en realidad, Muñiz se estaba ofreciendo a sí mismo como proveedor de datos y también bajo el nombre de su creación: *Muñifelis bonaerensis,* un peculiar león hallado en los alrededores de la Villa de Luján, a unos 60 kilómetros de Buenos Aires. Como planteamos en otros trabajos (Podgorny, 2007), el creciente interés de los cónsules europeos y el paso de los naturalistas viajeros por estas regiones, estaban transformando en un nuevo tipo de objeto aquello hasta entonces visto como un mero elemento del paisaje; así, se consolidaba el significado científico de las osamentas de estas bestias del pasado y, al unísono, obtenían un valor comercial cada vez más alto. En ese proceso, varios agentes decidieron aprovechar su inserción en diversas redes lingüísticas, comerciales y culturales para colocar este nuevo producto de las pampas en el mercado de objetos de historia natural. A través de las mismas recibieron también las herramientas necesarias para poder clasificar esos restos y promover de la novedad del objeto descubierto en estos territorios. Parafraseando a Harold Cook (2005), podríamos afirmar que el desarrollo de la paleontología no ocurrió en un solo centro científico, menos aún en el espacio de "descubrimiento": dependió de redes personales que abarcaban la totalidad del globo. En

---

eton of a new genus of carnivora, but which I have no doubt is the *Machairodus*. Also those parts of the *Megatherium,* wanting in the skeleton of the College. He desires that the parts most wanted of the *Megatherium* may be specified. Will you do this? I presume if he ships the specimens at B. Ayres, and sends a letter directed to the Curator of the College; they will come safe to hand. But I should think it would be highly desirable to offer to pay, if he will point out a channel, for the expenses of the boxes, the land carriage about 20 or 30 miles to B. Ayres, and getting them on board. If S. Muñiz is encouraged, he will very probably send other things. Would it not be well to offer him copies of some of the College publications? I shall send him my Geological Observations. It is really very remarkable considering this man's utters isolated position and that he must be poor, being a medical practitioner in the village of Luxan, that he keeps his zeal up: he has sent me a Spanish newspaper with a long description of the *Machairodus,* and witch I hope to get translated and if so I will send it to you. To encourage him I would think to get his paper in some of the journals.

Would you let me have an answer pretty soon? though I presume you will here to lay the offer before the Museum Committee. What a grand factum a skeleton of the *Machairodus* would be? Have you heard whether any collection of bones from B. Ayres has been received at Paris?? Muñiz sent them by admiral Dupotet and is anxious to know whether they are arrived". Carta de Ch. Darwin a R. Owen respecto a los fósiles ofrecidos a este colegio por S. F. Muñiz, Buenos Aires, Down Amborough, Kent, 12 de febrero de 1847, RCS 275 (23) h. 5/7.

[4] En una carta del 6 de marzo del mismo año, Darwin le aclararía a Owen: "de la carta de Muñiz no surgía –o no pude entender– que deseara vender sus especímenes", Darwin Correspondence Project Database en http://www.darwinproject.ac.uk/entry-938, carta núm. 938; consultado el 17 de febrero de 2010.

ese sentido, este artículo vuelve a subrayar la inserción de los huesos en una red internacional de comercio e intercambio y la emergencia de estos objetos científicos en el cruce de diversas tradiciones para describir la naturaleza.

Por otro lado, el entusiasmo de Darwin por *Machairodus* debe entenderse en el contexto de la anatomía comparada de la década de 1840: hasta 1839 las pampas no habían provisto indicios de la existencia de carnívoros (Parish, 1839, p. XIX), dando la impresión de una tierra sin predadores donde, frente a la falta de una policía de la naturaleza, los herbívoros se podían reproducir sin límites (Buckland, 1836). Recordemos: Owen (1840), al hacer la descripción de la mamíferos aportados por Darwin, sumó a los existentes *Megalonyx, Megatherium, Mastodon, Ctenomys* y *Equus*, los géneros fósiles siguientes: *Toxodon, Macrauchenia, Mylodon, Glossotherium, Scelidotherium,*[5] herbívoros o insectívoros[6] de gran tamaño, pertenecientes al orden que Cuvier había llamado Edentata.[7] Una década más tarde aclararía Bravard, con marcada resonancia de la filosofía natural de Buckland: "hacía falta encontrar un carnívoro, porque toda fauna reclamaba un moderador que pusiese coto a la excesiva multiplicación de las especies individuales que se mantienen de vegetales" (Sarmiento, 1953, p. 199).

Este trabajo se propone mostrar un episodio de la historia de la búsqueda de afinidades y de la clasificación de unos dientes hallados por primera vez en depósitos del Terciario en Europa en 1820. Para ello, presentaremos el marco donde surge el león fósil de las pampas y luego la historia de *Machairodus*. Este trabajo reflexiona sobre la naturaleza inestable de estas entidades zoológicas, base de toda la empresa darwiniana. Sin las afinidades creadas y fijadas por la anatomía comparada de Owen, basada asimismo en

---

[5] *Toxodon* había sido creado en 1837 y *Macrauchenia* en 1838. Owen (1840) planteaba las afinidades ("affinities") entre las especies siguientes: *Toxodon platensis* (referible al Order Pachydermata, pero con afinidades entre la Rodentia, Edentata, and Herbivorous Cetacea); *Macrauchenia patachonica* (referible al Order Pachydermata, pero con afinidades entre la Ruminantia, y especialmente la Camelidae), *Scelidotherium leptocephalum* relacionado con el *Megatherium* y *Orycteropus* (oso hormiguero). Owen definía también el nuevo género *Mylodon*, separándolo de *Megalonyx* y creando dos especies: *M. Darwinii* y *M. Harlanii.*, ambas con pocas piezas, aunque teóricamente suficientes, como en el caso de *Glossotherium*, para poder componer un nuevo tipo de mamífero fósil.

[6] En la última década del siglo XX dos investigadores uruguayos propusieron que el megaterio, contrariamente a lo expresado durante casi dos siglos siguiendo la tradición de Cuvier, habría tenido hábitos carnívoros (opinión con la que, sin duda, habría coincidido Faujas de Saint Fond, Podgorny, 2007). Para sugerir el carácter carnívoro o carroñero del megaterio, Fariña y Blanco (1996) se basaron en un modelo mecánico que exploraba las relaciones de masa, fuerza y velocidad de las extremidades.

[7] Cuando Owen publicó su informe sobre los fósiles del *Beagle*, consideraba que estos edentados, incluyendo megaterio como el gigante de esta tribu, debían clasificarse como *Dasypodidae*, una subdivisión de los edentados, caracterizada por un molar complejo y una coraza ósea externa (Owen, 1840, p. 15; Podgorny, 2007).

Cuvier, la misma no hubiese sido posible. Como veremos en este trabajo, *Machairodus* representó otro de los escenarios donde Owen confirmó su pericia para determinar las piezas fósiles y consolidar un método de clasificación basado en la estructura interna y externa de los dientes.

El león fósil de Luján y la medicina de los muertos

Como en muchos otros contextos, en las provincias del Plata los médicos y los cirujanos militares se sintieron fuertemente atraídos por el estudio de las osamentas de los animales del pasado. Pero, a diferencia de otras latitudes, la sociabilidad científica de intercambio de información, objetos y datos, cobró una forma estructurada básicamente a través de emprendimientos particulares y, en muchos casos, siguiendo la lógica de la competencia comercial. La fragilidad de las instituciones científicas tanto coloniales como posrevolucionarias arrastró los intentos de creación de algún tipo de círculo de intereses compartidos. Sin embargo, más allá de este hecho innegable, la prensa, las cartas, los barcos, las carretas, las redes lingüísticas, comerciales y diplomáticas siguieron transmitiendo datos y objetos, configurando una trama científica de peculiar entidad.

En la Buenos Aires revolucionaria, la enseñanza de la medicina estuvo ligada al Instituto Médico Militar establecido en 1813 y disuelto en 1821, al crearse el Departamento de Medicina de la nueva Universidad de Buenos Aires (Podgorny, e.p. y la bibliografía allí citada). También ese año se instalaba la Academia de Medicina de Buenos Aires, integrada por 15 miembros y corresponsales –entre los cuales se contó el cirujano Muñiz–, educados en cualquiera de los dominios de las ciencias naturales. Esta vinculación procedía de la práctica de los médicos y farmacéuticos, que exigía el estudio teórico y práctico de la química, botánica, mineralogía y zoología, y el conocimiento de los cuerpos vegetales, minerales y animales, sus propiedades, sus alteraciones, sus cualidades, sus diversos estados y modos de existir en la naturaleza como parte del conocimiento de la materia médica. La obra de la academia se definió con base en el trabajo con objetos de la ciudad y la provincia de Buenos Aires, organizándose en distintas comisiones para componer distintos tratados, experimentar los métodos y remedios europeos y hacer observaciones meteorológicas diarias. Los practicantes de la medicina debían reportar mensualmente sobre la historiografía de las enfermedades del mes, su tratamiento y resultados para publicar una "Topografía física y médica de la Provincia de Buenos Aires".[8] En la Academia, de corta vida,

[8] "Programa de trabajos determinados por la Academia de Medicina para el año 1823", Boletín de la Academia Nacional de Medicina, 1 de agosto de 1823 (Facsímile, 1963, Buenos Aires), p. 8.

se celebraba la unidad del mundo del hombre con la naturaleza (Fernández, 1823). Allí se reunirían los médicos formados en distintas escuelas de América y Europa, fomentándose este tipo de estudios tendiente a un cuadro médico topográfico. Como mostramos en otro trabajo, los fósiles descriptos por Francisco X. Muñiz surgen de un entramado que anuda sus recorridos personales con los distintos patrones de descripción de la naturaleza prohijados por la medicina porteña, incluyendo la anatomía de gabinete, los informes médico-legales y los intentos de un cuadro médico topográfico al estilo francés (Podgorny e.p.).

Muñiz, celebrado como el Larrey de los ejércitos argentinos,[9] en noviembre de 1828 regresaba de la guerra con Brasil, cuya sanidad militar había contribuido a organizar (Palcos, 1943). Se instalaría en la Villa de Luján, como médico de policía del Departamento del Centro.[10] Esta investidura, creada en 1822 para los tres departamentos de campaña en que se dividiría la provincia de Buenos Aires, tenía a su cargo, además de las funciones forenses, la propagación de la vacuna y la instrucción de los propietarios acerca de las enfermedades de los animales (Romay, 1964, t. 2, pp. 87-91). Como indica Levaggi (1974), la prueba jurídica empezaba a surgir de las nuevas técnicas periciales, combinadas con los testimonios, juramentos e instrumentos de la antigua tradición del proceso civil indiano.

Las visitas a los muertos y las relaciones de los médicos y cirujanos sobre el examen de los cadáveres hallados en los lugares públicos o de personas muertas súbitamente por heridas, envenenamiento o suministro de remedios erróneos, tenían una larga historia. Las disposiciones de la Revolución Francesa y las iniciativas napoleónicas sistematizarían ese saber, en el mismo marco donde se desarrollaría el programa de la anatomía comparada de Cuvier y los huesos cobraron un protagonismo absoluto como estructuras inmutables válidas a nivel universal (Rudwick, 1997; Podgorny y Lopes, 2008). Asimismo, se sistematizarían los procedimientos para abrir los cadáveres en las visitas judiciales a los muertos. Allí surgirá un diferencia fundamental en el examen exterior del cuerpo de la disección anatómica general: ya no se trata de un cadáver extendido sobre la mesa sino que el primer examen tratará del cuerpo y del lugar donde se lo halla, la situación de este lugar, su aislamiento o su proximidad a otras habitaciones, las huellas o las marcas que se encuentran en la superficie del suelo, las máquinas e instrumentos que podrían encontrarse en ese mismo lugar. Es decir, la visita al muerto empieza a incluir el espacio de deposición del cadáver y el relato de dicha

[9] "Noticias Nacionales", *Crónica Política y Literaria de Buenos Aires*, núm. 21, jueves 3 de mayo de 1827.

[10] Sobre el devenir de las comisarías de campaña y las atribuciones de los jueces de paz a partir de 1821, *cfr*. Barreneche, 2001; Díaz, 1959; Fradkin, 2008; Romay, 1964.

visita, sobre la cual se empezará a construir esta nueva evidencia judicial que comprende la descripción anatómica del cuerpo, las relaciones entre las partes y las medidas, tales como situación, estatura, signos propios, tamaño, edad, sexo, medida, estado de la vestimenta y de las diferentes partes del cuerpo (Chauvaud, 2000; Menentau, 2004). A diferencia de la observación de los muertos por enfermedad, donde la repetición se vuelve posible por ser la misma causa, la observación del muerto por razones violentas crearía una situación única e irrepetible, donde las circunstancias de la muerte son propias de cada víctima, desapareciendo en una autopsia mal hecha. El cadáver del muerto por causas “no naturales” se transforma en una evidencia irremplazable, un acontecimiento único que sólo se puede presentar una vez frente a los ojos del observador, un acto creado por el hombre y con marcas especiales en cada caso. En este sentido, la observación judicial adopta un carácter similar al de las realizadas durante un viaje de exploración, por entonces de un estatus menor que el gabinete, precisamente por el carácter irrepetible de la experiencia. A su vez, la autopsia judicial hace del crimen un acontecimiento peculiar, profundamente histórico.

Los protocolos tratarán de fijar de una manera determinada la evidencia que se crea y que, simultáneamente, desaparece por el mismo acto de la observación. Muñiz redactó varios de estos informes que, sostenemos, modelaron sus maneras de describir los fósiles de Luján (Podgorny, 2003, e.p.). Lejos de sugerir que Muñiz está proponiendo un modelo de descripción, sostenemos que dichas formas burocráticas se empiezan a colar en las prácticas de la paleontología a través de determinados personajes como, en este caso, un médico de policía del Departamento del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Podemos decir que las descripciones de los fósiles realizadas por Muñiz acumulan sus sucesivas experiencias como médico y varias tradiciones de registro de la observación. En ese sentido, estos esqueletos que llegan a Londres, Buenos Aires y París surgen de ese entramado que combina múltiples prácticas: la del cirujano de guerra, la del médico legal, la del cuidadoso observador de las obras europeas y la del comerciante de huesos, dispuesto a ofrecer un objeto novedoso para despertar el interés de los compradores.

Muñiz, lector de Darwin, Cuvier y Humboldt (Palcos, 1943) y asiduo visitador de cadáveres en los portales del Extinguido Cabildo de Luján, describió algunas de las osamentas halladas en las chacras de los alrededores.

En 1841, la *Gaceta Mercantil* de Buenos Aires publicaba sendas cartas de Muñiz que, por intermedio de Woodbine Parish, el antiguo cónsul británico en Buenos Aires y promotor del envío a Londres de fósiles del Plata llegaban, un año más tarde, a Richard Owen.[11] En esas notas, Muñiz discutía sobre la forma de esos animales cuyos huesos se presentaban al anatomista sin otra clave que

[11] Parish a R. Owen, Naples 20 de 1842, Owen Collection, OCG 2, vol. XXI, NHM.

su muda presencia. Como en todas sus cartas e informes sobre animales fósiles, Muñiz exageraba su aislamiento de los grandes centros científicos. Y aunque la sociabilidad científica porteña de esos años no contaba con un espacio institucional reconocido, tampoco era inexistente. Ésta debe buscarse, sin embargo, en espacios diferentes a los europeos: las noticias en los diarios, la circulación de las obras a través de circuitos privados y, sobre todas las cosas, en el mundo de la competencia por imponerse como proveedor de los museos y colecciones de otros países, donde el tópico de la singularidad y la desprotección eran fundamentales para acabar con el contrincante y generar cierta empatía frente a los clientes. Este aislamiento, tema grato a los británicos como se ve en la carta de Darwin, se contradecía por las mismas clasificaciones de los fósiles según las publicaciones e imágenes difundidas en las obras de Cuvier y Owen. Muñiz había utilizado el nombre "Clyptodon" para referirse a una de las "especies" presentadas a Rosas en junio de 1841, género creado por Owen a fines de 1839 (Podgorny, 2007). Por otro lado, en 1842 Pedro de Angelis pudo identificar los restos que ofrecía al College of Surgeons como *Mylodon* con base en las figuras publicadas por Owen en la descripción de los fósiles del *Beagle* en 1840. Ambos insistían también en haber cavado la tierra con sus manos. Muñiz, por su parte, mencionaba que la mayoría de los despojos de las bestias que se hallaron en las márgenes del río Luján, a unas ocho leguas de la Villa,[12] se encontraba calcinada. Comentaba, con saber experimental, probablemente adquirido en las batallas de la guerra con Brasil, que al quemarse y perder los huesos su solidez primitiva, "se hacen más fácilmente pulverizables, sin que por eso se ablanden, experimentan en la parte compacta de su estructura cierto grado de alteración, y adquieren en virtud de estas cualidades, que en cierto modo les desnaturalizan, un tañido sonoro o cimbálico".[13]

En una nota posterior, desnudando el problema de la anatomía comparada, discurría sobre sus propios excesos en la utilización de los principios de correlación de forma y de subordinación de los órganos, explicando que su conjetura sobre la presencia de cuernos en *Megalonyx* había sido inducida por la analogía con las formas animales del presente, las dimensiones de unas fosas laterales observadas en la cabeza y la forma de los molares. Sin embargo, reconocía que apelar a la semejanza aparente entre las formas animales actuales y las del pasado representaba un recurso donde el más experto anatomista podía perderse, atribuyendo elementos inexistentes a esos fragmentos llegados de mundos sin testigos.[14]

---

[12] "Índice de las especies fósiles presentadas al Exmo. Gobernador y Capitán Gral. de la provincia, Nuestro Ilustre Restaurador de las Leyes, Brigadier D. J. M. de Rosas", 29 de junio de 1841, en Muñiz, 1994, pp. 21-28.

[13] *Op. cit.,* p. 24.

[14] Muñiz al editor de la *Gaceta Mercantil*, Villa de Luján, 10 de septiembre de 1841, Parish Correspondence, Owen Collection, NHM, en Muñiz, 1994.

En 1845, a sabiendas del éxito comercial de las transacciones fosilíferas de sus competidores, solicitaba a Rosas la exclusividad "de realizar excavaciones en búsqueda de objetos antidiluvianos sobre las márgenes del río Luján y una legua apartado de ellas".[15] A pesar de que la bibliografía ha visto allí un impulso a las ciencias naturales locales, Muñiz quería asegurarse el control de una de las fuentes más ricas en animales fósiles. Utilizándolos para construir su propio nombre en los anales europeos y poder competir con los proveedores ya instalados, en 1846, como se ve en la carta que inicia este trabajo, ofrecería poner a disposición del Royal College of Surgeons las partes necesarias para completar el esqueleto del megaterio de Londres.

En 1845 había publicado en la *Gaceta Mercantil* el hallazgo de un nuevo cuadrúpedo fósil: un león antediluviano, más fiero y destructor, más fuerte y temible para los demás animales, encontrado en la gran capa aluvial que próxima a la superficie cubría la provincia y la mayor parte del territorio argentino.[16] Lo bautizaba con su apellido y lo anclaba en la provincia de Buenos Aires. Con este gesto, ajeno a las reglas de la caballerosidad científica, donde muy pocas veces el creador se honraba a sí mismo, surgía *Muñifelis Bonaerensis*. Muñiz, seguro de ser "el primero" en describirlo, ponía a consideración de los "sabios que se dedican al conocimiento de esos irrecusables testigos, víctimas al mismo tiempo, de espantosas y desoladoras catástrofes". Esa certeza procedía de la ausencia de esta especie en la obra del "recomendable Mr. Darwin [...], después de sus interesantes trabajos sobre las costas patagónicas y otros puntos de la República desde 1832 hasta 1836" (Muñiz, 1994, p. 32). Muñiz basaba la creación de este género en la forma ganchosa y aguda de los incisivos, indicio de una ferocidad de índole devastadora en grado inconcebible sobre el resto de sus congéneres.

La descripción de los caracteres osteológicos del león seguía las convenciones de la anatomía comparada al estilo de Cuvier, empezando por los huesos del cuerpo, planteando similitudes con otros géneros y especies relacionados, para dedicarse luego, con particular detalle, a los caracteres dentarios y trazar tablas comparativas entre las medidas osteológicas de *Muñifelis* y *Felis*, tigre, león y jaguar, tomadas de Cuvier y Félix de Azara. La lista de medidas incluía la de los huesos siguientes: cabeza completa, huesos del tronco (espinazo con siete vértebras cervicales, trece dorsales, siete lumbares y una sacra; treinta y dos costillas, ocho huesos del esternón y los cartílagos osificados del ilion y el isquion), extremidad anterior (escápula, húmero, cúbito, radio, mano, uña), pelvis y extremidad posterior (fémur, tibia). Muñiz contaba con dos cráneos, uno de animal adulto y otro de corta edad. Después de analizar las características que remitían al carácter carnicero y a su per-

[15] Muñiz a Rosas, Villa de Luján, 1 de agosto de 1845, en Palcos, 1943, pp.146-147.
[16] "El Muñi-Felis-bonaerensis", en Muñiz, 1994, pp. 32-47.

tenencia al género *Felis,* Muñiz se refería a los caracteres dentarios, donde sobresalía un colmillo, que ayudaba a definir a la especie como *incisoriis aduncis mucronatis*: "de seis tres cuartos de pulgada de longitud, dos de ancho y cuatro y medio de circunferencia en su base. Colmillo el más formidable que hasta ahora se haya visto en cualquier especie viva o fósil del *felis*. Fuertísimo, apenas arqueado o en posición de media luna, diez o doce veces más voluminoso que el colmillo del tigre más grande, grueso y redondeado del lado convexo, principalmente hacia el 5º inferior, sigue rellenándose longitudinalmente hasta su mitad desde donde se aplana y adelgaza algo hasta el borde posterior o cóncavo. Un cordón longitudinal poco perceptible y delicadamente dentado, al modo del que se observa en el pie de algunas aves, corre por ambos ángulos formando un extraño y verdadero filo. Esta especie de sierrilla o borde denticulado termina en el 4º inferior del lado convexo, y del cóncavo o posterior se prolonga hasta el alvéolo. Disposición de forma altamente incisoria, y si apta para hender con gran desperdicio de tejidos, lo es también para cortar, con poco esfuerzo, tirando hacia sí" (Muñiz, 1994, pp. 35-36).

El Larrey argentino acumulaba una amplia experiencia de observación de los efectos de las heridas de armas de guerra y de las láminas de los cuchillos en los soldados heridos en Brasil o los asesinados en las pampas. Asimismo, Muñiz recurre a la comparación –las patas de las aves– con las especies que él conoce, sean del campo bonaerense o las láminas de los naturalistas europeos.

Por otro lado, por analogía con las parejas depredador-presa de otros continentes y otros tiempos (león-elefante y *Megalonix*-animal fósil de Ohio), Muñiz concluía que su león había perseguido al pesado megaterio, al mastodonte, al caballo, al gran "tatú" y otros pacíficos habitantes de estas regiones: aun cuando no fuese dotado de alta estatura ni de gran masa, era ágil, fuerte, sobradamente feroz y astuto. Muñiz cerraba su nota discutiendo sobre el carácter de la fauna americana y anticipando que pronto enviaría una nota sobre el megaterio, ese enorme cuadrúpedo de nuestras pampas que había adquirido justa celebridad zoológica. Muñiz se encargaría de distribuir su trabajo en Europa: transcribió las páginas de esta larga nota para mandarla, entre otros destinatarios, al Museo de Historia Natural de Madrid[17] y a Charles Darwin. Como vimos, Darwin proponía apoyar a Muñiz pagándole por sus envíos y traduciendo sus trabajos en los periódicos europeos, de manera de reclutar a un nuevo caballero de la ciencia ultramarina y estimular nuevos envíos de información y fósiles. Muñiz, como Darwin se daría cuenta un poco más tarde, quería en realidad iniciar una fructífera relación académico-co-

[17] Copia m.s. de la nota publicada en la *Gaceta Mercantil* del 9 de octubre de 1845, MNCNM, donde aclaraba que el nombre fue impuesto por amigos en honor suyo, en Muñiz, 1994.

mercial. Darwin le contestaría alertándole, muy probablemente para bajar el precio solicitado, que su león debía tratarse de *Machairodus*, un género conocido, cuyos especímenes de las pampas ya habían sido adquiridos en la colección que el British Museum le había comprado, poco antes, a Pedro de Angelis.[18] Sin duda, las pampas era un escenario interesante para experimentar qué significaba la lucha por la supervivencia, y el pedido de la exclusividad para la explotación de los yacimientos del Luján debe encuadrarse en estas transacciones.

Paralelamente, Muñiz continuaba con sus tareas de médico de policía, empleo estatal que, a pesar de todo, garantizaba un ingreso más seguro que la venta de fósiles. En 1847 reseñó la topografía del Departamento del Centro de la Provincia de Buenos Aires. En esta forma, ya anunciada en la Academia

[18] "I have lately heard from Mr. Morris that you wish to dispose of your fossil remains on some pecuniary arrangement, which I did not fully understand from your own letter to me. I have given Mr. Morris my opinion on this head, so will not here repeat it; but will only say that I conceive the only feasible plan would be to send your fossils here to some agent to dispose of them. No society will purchase anything of the kind without having them inspected, and most societies only receive presents. Your specimen of the Muñi-felis must be a noble one; I suspect it will turn out to be a *Machairodus,* of which there are some fragments in the British Museum from the Pampas. I will endeavour to get your paper translated and inserted in some scientific periodical", carta de Darwin a Muñiz del 26 de febrero de 1847, Darwin Correspondence Project Database en http://www.darwinproject.ac.uk/entry-1063/, carta núm. 1063, consultada el 18 de febrero de 2010, en la traducción de esta carta al castellano, "noble" se traduce como "horrible", véase Sarmiento, 1953, pp. 200-201 y no se traduce la sección que dice "Ninguna sociedad va a comprar nada sin primero inspeccionarlo y la mayoría de las sociedades sólo recibe regalos". La traducción rezaba: "He oído recientemente a Mr. Morris que Ud. deseaba deshacerse de sus restos fósiles por medio de algún arreglo pecuniario, lo cual no he podido comprender bien en la carta que Ud. me escribió. He dado a Mr. Morris mi opinión sobre este punto, así que no lo repetiré aquí. Pero diré solamente que el único plan practicable creo que sería el que Ud. mandase sus fósiles aquí, a algún agente para que disponga de ellos. Su espécimen sobre el Muñiz-felis debe ser horrible. Sospecho que será un *Machairodus,* del cual hay algunos fragmentos en el Museo Británico, procediendo de las Pampas. Procuraré hacer traducir su escrito y publicarlo en algún periódico científico." El 30 de marzo de 1846, George R. Waterhouse le enviaba a Darwin la lista de géneros y especies adquiridos en 1845 por el British Museum a Pedro de Angelis: entre los que detallaba: "**Carnivora** *Machairodus* Kaup, *Smilodon,* y antigua *Hyæna* de Lund – gran parte del cráneo y una mandíbula inferior casi perfecta del mismo individuo. No tengo dudas que estas partes pertenecieron a un animal específicamente idéntico al encontrado en las cavernas brasileñas. Por lo que sabemos, sin embargo, las especies extinguidas son, por lo general, distintas en los distritos de Brasil y el Plata o, por lo menos, aquellos que se encuentran en el último, son raros en Brasil y viceversa" (**"Carnivora** *Machairodus* Kaup, *Smilodon,* & formerly *Hyæna* of Lund — Great portion of the skull & a nearly perfect lower jaw of the same individual—. I feel no doubt that these parts belonged to an animal specifically identical with one found in the Brazilian caverns—As far as we know, however, the extinct species are generally distinct in the two districts, Brazil & La Plata, or at least those found in the latter quarter are rare in Brazil & vice versa."), Darwin correspondence Project Database, en http://www.darwinproject.ac.uk/entry-968/, carta núm. 968; consultada el 18 de febrero de 2010. Este trabajo no considerará las especies creadas por Lund en Brasil, al respecto consultar: Lopes, 2008; Couto, 1950.

de Medicina de Buenos Aires, ensayaba una escueta presentación geográfica, la calidad de las aguas, la composición del suelo, las secas, el terreno fosilífero, la atmósfera, las enfermedades externas e internas. Estas descripciones topográficas, normalmente escindidas de la práctica de médico de Muñiz, formaban parte de la definición de la medicina ligada a la producción de cuadros estadísticos sobre las enfermedades. En este informe médico topográfico, Muñiz incluía a los fósiles en un cuadro mucho más dinámico que el de la anatomía comparada, destacando las condiciones de hallazgo de las osamentas de los grandes cuadrúpedos y arriesgando la descripción de las condiciones de su muerte:

> Ellos [los animales] hicieron probablemente, los posibles esfuerzos para desenterrarse del lodazal o de la masa fangosa que los circundaba, y que a poco la absorbía. La disposición respectiva de los miembros indica este azaroso conflicto [...] En la intensidad de los movimientos que ejecutan para zafar del peligro, afirman, como es natural, las extremidades posteriores, mientras se empinan y manotean. De este inútil afán resulta que tanto más abisman aquellas partes, cuando más activos y repetidos son los conatos para desatollarse. (Muñiz, 1847, en Sarmiento, 1953, p. 43).

Muñiz intentaría "retrodecir" los movimientos del animal desenterrado. El hecho mismo de la observación de las condiciones de los esqueletos surgía de su práctica como médico de la policía de la Villa de Luján. Y en efecto, la descripción que hace de los instantes finales de un hombre asesinado guarda estrecha similitud con la descripción de los megaterios hundiéndose en el cieno (Sarmiento, 1953, pp. 78-79; Podgorny, e.p.).

Muñiz analizaba indicios para reconstruir la situación del crimen a partir de la observación del cadáver y las huellas de la sangre, vislumbrar los últimos instantes de estas bestias y las circunstancias de muerte de personas desmembradas. Muñiz iba y venía entre animales antediluvianos y cadáveres fragmentados: en la Villa de Luján asiduamente aparecían cadáveres de hombres degollados en las cañadas o en localizaciones bastantes semejantes a aquéllas donde era factible encontrar osamentas fósiles (Podgorny, e.p.). La matriz de la medicina legal permitiría apoyarse en ella para dar entidad al cuerpo del delito: curiosamente, este trabajo de recopilación de detalles superfluos y superabundantes, hacen del muerto un objeto de la justicia. Y aunque Muñiz no parece haberse desplazado hasta las chacras para observar a los muertos *in situ*, la manera de conjugar hechos para construir una "historia" hacen del campo y la observación un elemento esencial. La relación entre forma de las heridas y el emplazamiento del cuerpo al recibirlas remitía a la experiencia de la guerra con Brasil. Así, estas distintas observaciones de Muñiz van acumulando y superponiendo tradiciones y situaciones diferen-

tes. Pero sus descripciones estarán marcadas por las situaciones de muerte: el campo de batalla, hombres asesinados con armas blancas o de fuego, animales atrapados por las revoluciones del globo. Por otro lado, la experiencia de Muñiz como cirujano de guerra y su intervención en amputaciones, observaciones de muerte por fuego o heridas de arma blanca o proyectil, le otorgaría a estos estudios de "campo" un dinamismo propio del campo de batalla y del cuerpo moribundo o agonizante, retorciéndose frente al dolor, diferente a las observaciones realizadas en el museo o a la de los anatomistas formados en la mesa de disección. Y aunque aquello que se considera su obra paleontológica está marcado por las descripciones estáticas de los distintos huesos siguiendo los patrones de la anatomía comparada de Cuvier, sus informes de medicina legal muestran, con mucho más detalle, cómo se va armando la evidencia de un suceso del pasado sin testigos. Las observaciones de Muñiz, de este modo, también muestran que los protocolos burocráticos coloniales, revolucionarios y aquellos propuestos por los gobiernos posteriores sobrevivieron a los cambios políticos, al igual que sus funcionarios. Remozados, reformulados, superpuestos y mezclados, sin duda, pero nunca sepultados por el pasado.

Muñiz se mudaría a la ciudad de Buenos Aires en 1848. Caído Rosas, en junio de 1853, el doctor John William Mackenna, prestigioso médico irlandés radicado en Buenos Aires (Hanon, 2005) partió hacia Inglaterra. Entre otras, tendría la misión de intermediar, otra vez, para la venta de las colecciones y servicios de Muñiz en Londres, certificando su carácter de residente en la zona de Luján y apelando a sus contactos previos con Darwin (Podgorny, e.p.). Insistiría en el carácter honorable del Larrey argentino, rasgo supuesto también por Darwin y que, sin embargo, no alcanzó como para que sus servicios fueran contratados.

Los tigres con dientes de lagartos

En abril de 1847, Darwin, al darse cuenta de las verdaderas intenciones de Muñiz, insistiría frente a Owen: "¡Qué objeto grandioso sería un *Machairodus* montado al lado de un esqueleto de tigre!"[19] Ambos sabían que los envíos de ultramar podían resultar en inesperadas nuevas especies; hacía unos cinco años, el montaje de los fósiles vendidos por Pedro de Angelis había sorprendido a todos con el esqueleto completo de *Mylodon*. Las expectativas de Darwin deben entenderse en referencia a la presencia de *Machairodus* en las colecciones europeas: unos escasos dientes y un cráneo encontrado en Auvernia. Pero la certeza de Darwin al atribuir estos restos –descriptos pero no ilustrados– a *Machairodus* también esconde otra cosa: la dudosa entidad del género.

[19] *Op. cit.*, carta núm. 938.

Cuando Darwin, después de leer la nota de Muñiz publicada en la *Gaceta Mercantil* de Buenos Aires atribuía, sin dudar, los restos a *Machairodus,* se refería a un género de animales extinguidos establecido por Johann Jakob Kaup (1803-1873) en 1833 a partir de unos dientes caninos largos, curvos, comprimidos y de bordes aserrados (Heldmann, 1955), las características más conspicuas de *Muñifelis*. Los hallazgos de este tipo de diente procedían de los depósitos geológicos más modernos de Italia, Alemania, Francia e Inglaterra. Aparecían, por lo general, sueltos y separados de las mandíbulas. Cuvier, con base en unos dientes asociados a los restos de *Ursus* procedentes del valle del Arno y presentados por el profesor Nesti, los habían atribuido a una especie de oso (*Ursus cultridens*). Cuvier mismo comparó estos dientes con las láminas enviadas desde Darmstadt, concluyendo que se trataba de la misma especie. Buckland, por su parte, trabajando con los caninos descubiertos por el reverendo Mac Enery en la cueva de Kent (Devon) había colocado el género entre *Felis* y *Gulo* (glotón), en una posición sistemática cercana a los osos ("allied to bears"). Kaup, sin embargo, había señalado que los caninos y el borde aserrado de los dientes de la colección procedente de Epplesheim depositada en el gabinete de Darmstadt, se asemejaban más a los dientes de *Megalosaurus*,[20] el gran lagarto fósil de Stonesfield, definido por Buckland en 1824 (Buckland, 1824; Rupke, 1983). Otros autores, como Auguste Bravard (Podgorny, 2001, 2009) sostuvieron, en cambio, que se trataba de un felino. Bravard, basándose en la observación del alvéolo del canino superior y la diastema de la mandíbula inferior de un cráneo de una especie fósil de gran tamaño atribuida al género *Felis*, postuló que éste brindaba los indicios de un canino inusualmente largo y comprimido, que restauró, según esta conjetura, como similar al diente atribuido a *Ursus cultridens*. Finalmente, dicho colmillo también fue adjudicado a algún tipo de animal rumiante, aliado a un tipo de ciervo almizclero fósil (AAVV, 1839).

Todavía diez años más tarde Giebel (1855) describía los restos de *Machairodus* como fragmentarios y escasos. Fuera de Darmstadt, Auvernia, la Toscana o los yacimientos ingleses, estos animales extinguidos surgían a partir de muy pocos vestigios, ligados a ciertos espacios geográficos y a la voluntad clasificatoria de su creador. El reverso de estas condiciones resultaba en la proliferación de nombres y las variadas afinidades zoológicas atribuidas, creando una situación bastante parecida a la de la minería, donde el conocimiento y las denominaciones locales hacían estallar en pedazos la mera posibilidad de establecer una ciencia de la tierra de alcance global.

---

[20] "J'ai donné le nom de Machairodus à ce genre dont les canines, et même la dentelure au bord concave, ont une ressemblance parfaite avec le *Megalosaurus*" (Di el nombre de *Machairodus* al género cuyos caninos y aun la forma del borde cóncavo tienen una semejanza perfecta con *Megalosaurus*), Kaup, 1833, p. 28.

En 1846, el mismo año que llegaba la carta de Muñiz a Londres, Owen (1846, p. 174) fijaba el género, listando su sinonimia con otras entidades creadas anteriormente: *Ursus cultridens* (Cuvier en 1824 y Owen en 1842), *Ursus trepanadon* (Nesti en 1826), *Ursus cultridens Issiodorensis* (Croizet y Jobert en 1828), *Felis cultridens* (Bravard en 1828 y Auvernia), *Machairodus* (Kaup en 1833), *Steneodon* (Croizet en 1833). Richard Owen descartó estas interpretaciones que hacían de *Machairodus* un lagarto fósil y ratificó que se trataba de los dientes de un mamífero. Owen, quien por lo menos hasta 1842 adjudicaba el canino a *Ursus*,[21] había rechazado la naturaleza reptil de este diente y del género. Según el profesor de la Cátedra Hunter del Royal College of Surgeons, su pertenencia a la clase de los mamíferos surgía del hecho de tratarse de un diente que había estado alojado en un alvéolo, no anquilosado en la sustancia mandibular. El colmillo se había contraído y solidificado, por otra parte, por la disminución progresiva de la pulpa formativa temporaria y no terminaba en una cavidad cónica abierta, como ocurría en los dientes de los saurios que también se insertaban en alvéolos. Como había hecho con *Glyptodon* (Podgorny, 2007), la morfología del diente rescataba a los anatomistas del abismo de la fragmentación de los huesos y los nombres. Con ello, construía su propio método de clasificación, basado en Cuvier pero localizado en el desarrollo, la anatomía y la estructura interna microscópica de los dientes (Rupke, 1994, pp. 113-115).

Sin embargo, otras dos pruebas venían en su ayuda: el anuncio de Bravard del hallazgo de un cráneo con su canino falciforme *in situ,* donde Ducrotait de Blainville, con base en la inspección de un molde del cráneo, vio similitudes con la pantera actual. Sin embargo, este *Felis megantereon* se trataba de un tipo demasiado pequeño para el canino de *Machairodus* que, siguiendo la curva exterior del diente, llegaba a medir nueve pulgadas. Los restos de Auvergne tenían de por sí otra historia de conflictos de provincia,

[21] "Los fósiles más destacables de la familia Ursine hallados en este país, son los de *Ursus cultridens*, o al menos los de una especie cercana a la de Auvernia y la del Valle del Arno; cuyos singulares caninos comprimidos y aserrados le sugirieron ese nombre específico a Cuvier. La evidencia de esta especie –ahora un tipo de un subgénero distinto bajo el nombre de *Machairodus* y *Stenodon*– procedente de localidades británicas consiste en caninos sueltos hallados en la Cueva de Kent, que son más grandes y anchos en relación con su espesor y poseen colmillos más cortos que el diente de Auvernia representado en la Osteografía de M. de Blainville" (The most remarkable fossils of the Ursine family which have been found in this country, are those of the *Ursus cultridens*, or at least of a species closely allied to that from Auvergne and the Val d'Arno; the singularly compressed and serrated canines of which suggested to Cuvier the specific name above quoted. The evidence of these species, since made the type of a distinct sub-genus under the names of *Machairodu*s and *Stenodo*n, which British localities have afforded, consists of detached canine teeth found in Kents Hole. These are larger and broader in proportion to their thickness, and have shorter fangs than the Auvergne tooth figured in the 'Osteography' of M. de Blainville"), Owen, 1842, p. 68.

surgido entre los coleccionistas de fósiles del Macizo Central francés: Bravard, como hemos analizado en otros trabajos, había vendido sus colecciones y se había enemistado con sus antiguos aliados como el abbée Croizet (Podgorny, 2001). Por eso, tampoco extraña la rivalidad entre Croizet y Bravard por imponer una determinada naturaleza a los dientes hallados.[22] Asimismo, Bravard, como ingeniero de minas de la región, fue adquiriendo, como Muñiz en las pampas, una familiaridad con el espacio de descubrimiento que Owen ni Darwin podían ostentar. A pesar de las indicaciones geológicas de Darwin que subrayan la "posición natural" de los fósiles hallados, la descripción de estas osamentas sigue el modelo estático de la anatomía comparada.

Owen, por su parte, obtuvo evidencia adicional de las afinidades felinas de *Machairodus* a través de la inspección de los restos fósiles coleccionados por Hugh Falconer y el capitán Proby Thomas Cautley en los depósitos del terciario de Sivalik en el Himalaya y presentados al Museo Británico (Savithri Preetha Fair, 2005). Allí, entre los cientos de fósiles enviados, se hallaba el lado izquierdo de la mandíbula superior de un joven ejemplar de *Machairodus* con la primera dentición *in situ*, exhibiendo las mismas características conocidas de los caninos hallados sueltos en los yacimientos europeos. Para 1846, Owen ya no dudaba de la existencia de tres especies, *M. cultridens* para el Arno, *M. megantereon* para Auvernia y *M. latidens* para las islas británicas. Todas, incluyendo las especies de la India aún sin nombre, compartían las peculiares características del canino que justificaban su incorporación a la familia *Felidae* y su separación del género *Felis* a través de un género que, a pesar de remitir a afinidades rotundamente diferentes, conservaba el nombre propuesto por Kaup. De esta manera, Owen transformaba un reptil en un mamífero, no ocultando la historia de esta controvertida clasificación, precisamente para presentarse como Ajax, capaz de utilizar la poderosa espada para desarmar, de la manera más simple, los nudos de la anatomía comparada surgidos después de la muerte de Cuvier.[23]

---

[22] Croizet y Jobert acusaron a Bravard de colocar el canino de un oso en la mandíbula superior de *Felis megantereon* y haber creado un verdadero monstruo. Además, consideraban que su *Felis cultridens* no era otra cosa que *F. antiqua* con las dimensiones distorsionadas (Kaup, 1833, p. 26).

[23] En diciembre de 1843, Owen le escribía a Laurillard, antiguo asistente de Cuvier: "But if not a single fossil had been interpreted since Cuvier's time enough had been done to indicate the truth and value of the principle (of the correlation of organic forms + structures) itself, but it is like the sword of Ajax: not every man can wield it. The Anatomist must know as much as Cuvier in order to apply the principle of correlation with the same effect" (Aun cuando no se haya interpretado un solo fósil desde los tiempos de Cuvier, se ha hecho lo suficiente para indicar la verdad y el valor del principio de correlación de las formas y estructuras orgánicas, pero éste es como la espada de Ajax: no todos pueden llevarla. El anatomista debe saber tanto como Cuvier para aplicarlo con el mismo efecto"). Owen to Laurillard, 16 de diciembre de 1843, Muséum National d'Histoire Naturelle, París, MS 638 (papeles de Laurillard).

Los índices taxonómicos posteriores –como los de Bronn o el mismo Giebel– se limitaron a listar los nombres y su sinonimia, contribuyendo a darle entidad natural al género, de manera tal que hoy en día puede afirmarse sin mayores problemas que *Machairodus*, un género de tigres dientes de sable, particular del Mioceno y Pleistoceno del hemisferio norte, fue creado por Kaup en 1833. Por eso, la contundencia de Darwin debe entenderse también como parte de la necesidad de terminar con esa incertidumbre y fijar los dientes a un tipo determinado de animal, tan real como el diente que lo caracterizaba.

Como vimos, el león de Muñiz aparecía casi entero, con abundancia de huesos de todas las partes del cuerpo, en su forma adulta y juvenil.[24] Owen muy poco antes había señalado "hitherto, no parts of the skeleton have been found in England so associated with the characteristic teeth of the *Machairodus* as to throw any additional light on the organization of this once formidable beast of prey" (Owen, 1846, p. 182). El *grand factum* del esqueleto de un león fósil, anunciado por Muñiz en la *Gaceta Mercantil* de Buenos Aires abría nuevas posibilidades, mostrando también cómo los esqueletos de las bestias podían componerse con fragmentos procedentes de los puntos más distantes del planeta conectados gracias a las rutas del imperio y del comercio inglés. Muñiz, ajeno a este debate y observando un esqueleto mucho más completo de los existentes en Europa, había creado un león. Ese esqueleto completo de carnívoro, con características felinas, venía de perillas para la anatomía comparada inglesa, dando sostén a la idea –y a los dientes– de *Machairodus* como gato extinguido, característico de los depósitos geológicos terciarios.

Y así como Sarmiento recurriría al león de Nemeo para unir el pasado geológico de las pampas con las hazañas de la Grecia clásica, Owen recurriría a los relatos de la India para demostrar que la presencia destructiva de *Machairodus* constituía una evidencia indirecta de la imposibilidad del hombre fósil y de su contemporaneidad con dichas bestias: cuando nos enteramos de que, en algunos distritos de la India, pueblos enteros han sido devastados por las incursiones destructoras de una única especie de grandes felinos, el tigre, es apenas concebible que el hombre, en una condición social primigenia, haya podido resistir el ataque de los más formidables tigres, osos y *Ma-*

[24] Muñiz insistiría en la venta en 1853. El intermediario describiría el esqueleto en estos términos: "[El Dr. MaKena] ha visto, entre otros restos de cuadrúpedos fósiles y aun de vegetales, en casa del Dr. Muñiz, el esqueleto del gran león fósil, o sea, el Muñi-felis bonaerensis, incisoriis aduncis mucronatis. Él puede decir sobre sus formas e integridad menos algunos huesos del tarso o carpo o alguna uña; deficiencia insignificante donde hay artistas y esqueletos de carniceros del mismo género que facilitan los moldes necesarios para remediar esas fallas." "Recuerdos sobre Muñiz (a Buenos Aires) al Sr. Dr. MaKena, 2 de junio de 1853" (NHM, Colección R. Owen).

chairodus de la época de las cavernas. Esta consideración puede llevarnos a aceptar la evidencia negativa de la ausencia de restos fósiles humanos bien autenticados, y a la conclusión de que el hombre no existió en esas tierras desoladas por tres formidables carnívoros, ayudados en su obra de destrucción por las tropas de hienas salvajes (Owen, 1846, pp. 182-183).[25]

De esta manera, esta evidencia fragmentaria del pasado podía también ser usada para probar otras cosas: la heroicidad de Muñiz o la imposibilidad de una humanidad que conviviera con los tigres de tajantes colmillos. Sin duda, las relaciones entre las partes no vistas, las heridas de los dientes de *Machairodus* y de los cuchillos de los asesinos, del equilibrio de la naturaleza gracias a los predadores y sus presas, son elementos que no se basan en la "observación" y que recurren a conjeturas procedentes de universos culturales y filosóficos diferentes. Allí también abrevaron las propuestas de Darwin. Muñiz, por su parte, sobreviviría a la caída de Rosas construyendo una nueva identidad: la del sabio local, refugiado varios años en Luján, despojado de sus fósiles por un dictador indiferente a las ciencias y que en las nuevas oportunidades que se abrían para la patria, podía ofrecer sus servicios y saber para consolidar su gloria y el futuro de los suyos. Aunque había intentado situarse en el circuito del comercio de los objetos de historia natural, murió celebrado como caballero regido por los códigos del honor. En 1857 donaría sus fósiles al Museo Público de la ciudad, donde *Muñifelis* quedaría como monumento a una época ya sepultada. *Machairodus*, como forma sudamericana, tampoco sobreviviría: poco tiempo después se consolidaría el nombre *Smilodon*, definido por Peter Lund desde Brasil. Pero eso nos llevaría a la historia de la transformación de una hiena en un tigre dientes de sable, un episodio que aún debe contarse para mostrar de manera más completa cómo América del Sur se fue configurando también en un espacio de la lucha por la supervivencia.

Agradecimientos: este trabajo, enmarcado en el proyecto "Americas' mighty skeletons" se escribió en el Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte de Berlín (Dep. III). Agradezco la colaboración de los bibliotecarios de los archiveros del Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid (MCNM), Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), Royal College of Surgeons (RCS) y Natural History Museum, Londres (NHM), así como los comentarios de

[25] "When we are informed that, in some districts of India, entire villages have been depopulated by the destructive incursions of a single species of large Feline animals, the Tiger, it is hardly conceivable that Man, in an early and rude condition of society, could have resisted the attacks of the more formidable Tiger, Bear, and *Machairodus* of the cave epoch. And this consideration may lead us to the more readily to receive the negative evidence of the absence of well-authenticated human fossil remains and to conclude that Man did not exist in the land which was ravaged simultaneously by three such formidable *Carnivora*, aided in their work of destruction by troops of savage *Hyaenas*."

Hans-Jörg Rheinberger, Margaret Lopes, Susana García, Antonio Lazcano, Edna Suárez, Miruna Achim, Ana Barahona y Fabrizzio Guerrero McManus.

Bibliografía

A.A.V.V. (1839), "Machairodus", *Penny Cyclopaedia of the Society for the Difussion of Useful Knowledge*, núm. 14, p. 244.

Barreneche, O. (2001), *Dentro de la ley, todo: la justicia criminal de Buenos Aires en la etapa formativa del sistema penal moderno de la Argentina*, La Plata, Al Margen.

Buckland, W. (1824), "Notice on the Megalosaurus or great Fossil Lizard of Stonesfield",*Transactions of the Geological Society of London* 2, vol. 1, núm. 2, pp. 390-396.

_____ (1836), "Geology and mineralogy considered with reference to natural theology", *The Bridgewater treatises on the power, wisdom, and goodness of God, as manifested in the creation*, t. VI, Londres, Pickering.

Chauvaud, F. (2000), *Les experts du crime: la médecine légale en France au XIXe siècle,* París, Aubier.

Cook, H. (2007), *Matters of Exchange: Commerce, Medicine, and Science in the Dutch Golden Age,* New Haven, Yale University Press.

Couto, C. De P. (1959), *Memórias sôbre a paleontologia brasileira/Peter Wilhelm Lund*, Río de Janeiro, Ministério da Educação, Instituto Nacional do Livro.

Fariña, R. A. y R. E. Blanco (1996), "Megatherium, the Stabber", *Proceedings: Biological Sciences*, vol. 263, núm. 1377, pp. 1725-1729.

Fernández, J. A. (1823), "Discurso leído a la Academia de Medicina a la apertura de sus sesiones del año 1823, el 19 de abril del mismo por su primer secretario", *Anales de la Academia de Medicina de Buenos Aires*, núm. 1, pp. 9-21 (reproducción facsimilar de 1963).

Fradkin, R. (2008), "Justicia, policía y sociedad rural. Buenos Aires, 1780-1830", en Bonaudo, M., Reguera, A. y Zeberio, B. (eds.), *Las escalas de la historia comparada. Dinámicas sociales, poderes políticos y sistemas jurídicos,* t. I, Buenos Aires, Miño y Dávila.

García, S. V. e I. Podgorny (1855), "La 'Casa de los pilotos', las escorias de la Patagonia y el naturalista de la barca inglesa", en Giebel, C., *Die Säugethiere in zoologischer, anatomischer und palæontologischer Beziehung umfassend dargestellt*, Leipzig, Abel.

Hanon, M. (2005), *Diccionario de británicos en Buenos Aires*, Buenos Aires, Gutten Press.

Heldmann, G. (1955), *Johann Jakob Kaup. Leben und Wirken des ersten Inspektors am Naturalien-Cabinet des Großherzoglichen Museums*, 1803-1873, Darmstadt.

Kaup, J. J. (1833), *Description d'ossements fossiles de mammifères inconnus jusqu'à present qui se trouvent au Muséum grand-ducal de Darmstadt; avec figures litographiées dédié à S.A.R. Mgr. le Grand-Duc de Hesse et du Rhin*, Second Cahier, Darmstadt, Heyer.

Levaggi, A. (1974), *Historia de la prueba en el proceso civil indiano y argentino (siglos XVI a XIX),* Buenos Aires, Depalma.

Lopes, M. (2008), "Cenas de tempos profundos: ossos, viagens, memórias nas culturas da natureza no Brasil", *Hist., cienc. saúde-Manguinhos*, vol. 15, núm. 3, pp. 615-634.

Lund, P. W. (1950), *Memórias sobre a Paleontología Brasileira* (revistas comentadas por C. de Paula Couto), Río de Janeiro, Min. da Educao e Saúde.

Menentau, S. (2004), "Examens Médicaux Post-Mortem: les pratiques de l'autopsie scientifique et de l'autopsie médico-légale, au XIXème siècle, en France", *Vesalius,* vol. 10, núm. 1, pp. 25-34.

Muñiz, F. J. (1847), "Apuntes topográficos del territorio y adyacencias del Departamento del Centro de la Provincia de Buenos Aires, con algunas referencias a los demás de su campaña", en Sarmiento (1953), *Francisco Javier Muñiz*, pp. 33-58.

_____ (1994), *Páginas científicas y literarias,* Buenos Aires, Secretaría de Cultura de la Nación-Marymar [prólogo, bibliografía y notas de G. Weinberg].

Owen, R. (1840), *The Zoology of the Voyage of the H.M.S. Beagle, Under the Command of Captain FitzRoy, R.N., during the years 1832 to 1836*, Londres, Freeman, pp. 1839-1843, parte 1: Fossil Mammalia.

_____ (1842), "Report on the British Fossil Mammalia, parte 1, *BAAS Report*.

_____ (1846), *A History of British Fossil Mammals, and Birds,* Londres, John van Voorst.

Palcos, A. (1943), *Nuestra ciencia y Francisco Javier Muñiz. El sabio. El héroe*, La Plata, Universidad Nacional de La Plata.

Parish, W. (1839), *Buenos Ayres and the Provinces of the Rio de la Plata, their present state, trade, and debt; with some account from original documents of the progress of geographical discovery in those parts of South America during the last sixty years*, Londres, John Murray.

Podgorny, I. (2001), "El camino de los fósiles: las colecciones de mamíferos pampeanos en los museos franceses e ingleses", *Asclepio,* vol. 53, núm. 2, pp. 97-116.

_____ (2003), "Medien der Archäologie", en Engell, L., Siegert, B. y Vogl, J. (eds.), *Medien der Antike*, Weimar: Universitätsverlag.

_____ (2007), "De ángeles, gigantes y megaterios. Saber, dinero y honor en el intercambio de fósiles en las provincias del Plata en la primera mitad del Siglo XIX", en Salvatore, R. (ed.), *Los lugares del saber. Contextos locales*

y redes transnacionales en la formación del conocimiento moderno, Rosario, Beatriz Viterbo.

_____ (2009), *Los senderos del tiempo y de las causas accidentales. Los espacios de la prehistoria en la Argentina*, 1850-1910, Rosario, *Prohistoria*. e.p.

_____ (e.p.) "Los médicos de muertos y la paleontología en el Plata. Medicina legal, cirugía militar y observación de campo en la obra de Francisco X. Muñiz, 1830-1850", *Anuario IEHS*, vol. 25, 2010.

Podgorny, I. y M. M. Lopes (2008), *El desierto en una vitrina. Museos e historia natural en la Argentina*, México, Limusa.

Romay, F. L. (1964), *Historia de la Policía Federal Argentina,* Buenos Aires, Biblioteca Policial, Policía Federal Argentina.

Rudwick, M. J. S. (1997), *Georges Cuvier, fossil bones and geological catastrophes: New Translations and Interpretations of the Primary Texts*, Chicago, The University of Chicago Press.

Rupke, N. (1983), *The Great Chain of History. William Buckland and the English School of Geology (1814-1849)*, Oxford, Clarendon Press.

_____ (1994), *Richard Owen. Victorian Naturalist*, New Haven, Yale University Press.

Sarmiento, D. F. (1953), *Francisco J. Muñiz*, Obras Completas, Buenos Aires, Luz del Día, 43 vols.

Savithri Preetha, F. (2005), "Eyes and No Eyes: Siwalik Fossil Collecting and the Crafting of Indian Palaeontology (1830–1847)", *Science in Context*, vol. 18, núm.3, pp. 359-392.

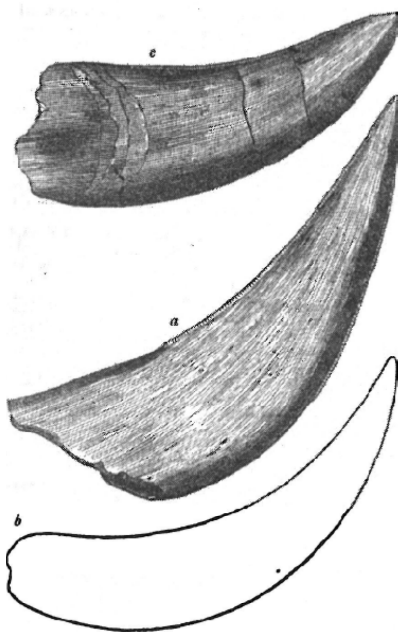
174 FELIDÆ.

CARNIVORA. *FELIDÆ.*

Fig. 68.



Calota de Machairodus.



Caninos de Machairodus.

Contribuciones filosóficas

Contra la lectura adaptacionista de *El origen de las especies*

Gustavo Caponi

Introducción

Según una interpretación ya clásica del darwinismo, explicar la adaptación de los seres vivos a las exigencias ambientales sería uno de los objetivos centrales de la *Teoría de la selección natural* (Ayala, 1970, p. 2; Sober, 1984, p. 171; Maynard Smith, 1993, p. 26; Dennett, 1995, p. 35; Dawkins, 1996, p. 21; Lewens, 2007, p. 268). Sin embargo, y aun cuando no se pueda decir que esa interpretación sea incorrecta, puede llevarnos a pasar por alto que, en *Sobre el origen de las especies*, la selección natural es inicialmente introducida como un recurso para explicar la diversificación de las formas vivas a partir de un ancestro común (Darwin, 1859, p. 5). Ya en la introducción de dicha obra, Darwin (p. 3) afirma que hay evidencias suficientes para sostener la *Teoría de la filiación común*, pero apunta la dificultad que representa imaginar un mecanismo de modificación y diversificación capaz de producir seres cuyas partes estén mutuamente coadaptadas y, a su vez, adaptadas a las exigencias ambientales; y es ahí en donde la selección natural es presentada como un mecanismo de transformación y diversificación que es, al mismo tiempo, un mecanismo adaptador (p. 5).

Por otra parte, y siempre asociada con esa interpretación de la *Teoría de la selección natural* a la que me acabo de referir, está también la tesis según la cual dicha problemática adaptacionista habría sido un elemento

central en la *Historia natural* predarwiniana y, sobre todo, en la *Teología natural* británica de inicios del siglo XIX (Amundson, 2001, p. 307; Gould, 2002, p. 330; Ruse, 2003, p. 112; Blanco, 2008, p. 20; Caponi, 2008a, p. 483). Pero, si se examina el discurso de la *Historia natural* predarwiniana, e incluso el de la *Teología natural*, se verá que allí la adaptación de las estructuras orgánicas a las exigencias ambientales ocupa un lugar marginal o subordinado (Caponi, 2006a, 2006b): lo que ahí realmente importa, y esto se ve muy bien en Cuvier, es la coherencia funcional de las estructuras orgánicas, su mutua coadaptación (Caponi, 2008b, pp. 41 y ss.). Es sólo con Darwin que la adaptación de esas estructuras a las exigencias ambientales se transforma en un problema crucial; y lo que pretendo mostrar en estas páginas es que eso fue así por una exigencia interna a la teoría desarrollada en *Sobre el origen de las especies*.

Es que el mecanismo de cambio evolutivo por ella propuesto, la propia selección natural, supone una lucha por la existencia que, una vez aceptada en los términos definidos por Darwin, nos lleva a pensar que los más diferentes perfiles de los seres vivos deben obedecer, mediata o inmediatamente, a las acuciantes, perentorias y cambiantes exigencias que de ella se derivan o, alguna vez, se derivaron. La idea de que "cada detalle de estructura en cada criatura viviente puede ser visto, o como habiendo tenido algún uso especial para una forma ancestral, o como teniendo ahora un uso especial para los descendientes de esa forma" (Darwin, 1859, p. 200), sólo se impone como una necesidad en ese orden de escasez en el que Darwin transformó a la naturaleza (Caponi, 2008b, pp. 125 y ss.); y ella no tenía por qué tener lugar destacado en el plácido equilibrio natural siempre supuesto por la *Teología natural* y por la *Historia natural* anterior a 1859 (Caponi, 2006b, pp. 31 y ss.). Es por eso que puede decirse que esa visión *utilitaria* o *adaptacionista* de los perfiles orgánicos que caracteriza al darwinismo es una exigencia, pero también una predicción de la propia *Teoría de la selección natural*; y no una simple evidencia preestablecida que haya motivado su formulación.

El problema de Darwin

El problema fundamental de *Sobre el origen de las especies*, su principal desafío explicativo, está claramente planteado en este pasaje de su introducción:

> Considerando el origen de las especies, es muy posible que un naturalista que reflexione sobre las afinidades mutuas de los seres orgánicos, sobre sus relaciones embriológicas, su distribución geográfica, su sucesión geológica, y otros hechos semejantes, pueda llegar a la conclusión de que cada especie, en lugar de haber sido independientemente creada, haya

> descendido, como ocurre con las variedades, de otras especies. Sin embargo, esa conclusión, aun estando bien fundada, sería insatisfactoria, si no se pudiese mostrar cómo las innumerables especies que habitan el mundo han sido modificadas de manera a adquirir esa perfección de estructura y coadaptación que justificadamente suscita nuestra admiración. (Darwin 1859, p. 3.)

Ahí está expuesto, en efecto, el modo en que Darwin plantea el misterio del origen de las especies; pero también ahí ya se insinúa, como siempre ocurre con cualquier problema bien planteado, el encaminamiento de la solución. La unidad de tipo, la semejanza general de estructura que existe entre los diferentes grupos de seres vivos, y de la cual nos dan testimonio la anatomía y la embriología comparadas, junto con ciertas evidencias de la paleontología y la biogeografía, sugieren la posible filiación común de los seres vivos; y es en ésta que aquélla encuentra su explicación (Darwin, 1859, p. 206). Con todo, y ahí está el problema, la postulación de cualquier mecanismo capaz de hacer derivar diferentes formas de seres vivos a partir de una única forma primitiva, debería también explicar cómo es que ese proceso puede ocurrir atendiendo a esas coadaptaciones previstas en el *Principio de las condiciones de existencia* formulado por Cuvier (1817, p. 6): "como nada puede existir si no reúne las condiciones que tornan su existencia posible, las diferentes partes de cada ser deben estar coordinadas de manera tal que posibiliten el ser total, no solamente en sí mismo, sino también en relación con aquellos seres que lo circundan" (Ridley, 1972, p. 46).

Pero cito aquí a Cuvier, cuya obra continuaba siendo el padrón de normalidad de la *Historia natural* de mediados del siglo XIX, sabiendo que con el término *condiciones de existencia* él designaba algo que no es lo que hoy nosotros, siguiendo a Darwin, entendemos por esa expresión (Russell, 1916, p. 34; Caponi, 2008b, p. 41). Atento al hecho de que todas las partes de un cuerpo organizado ejercen "una acción recíproca las unas sobre las otras y concurren a un fin común que es la manutención de la vida", Cuvier (1798, p. 5) consideraba que "la verdadera condición de existencia de un ser vivo, y parte de su definición esencial, es que sus partes trabajen juntas para el bien del todo" (Russell, 1916, p. 34) y, por eso, sus indagaciones se centraban, casi exclusivamente, "sobre las adaptaciones de la función y el órgano dentro de la criatura viviente" (*ídem*) previstas por ese *Principio de la correlación de los órganos* según el cual "todo ser organizado forma un conjunto, un sistema único y cerrado, en el cual todas las partes se corresponden mutuamente y convergen a la misma acción definitiva por una reacción recíproca" (Cuvier [1812] 1992, p. 97).

Así, pese a esa alusión al entorno de los organismos que encontramos en el *Principio de las condiciones de existencia*, lo cierto es que el ambien-

te no tiene un papel relevante en el pensamiento de Cuvier (Russell, 1916, p. 34). En contra de lo que el propio Darwin (1859, p. 206) sugirió, Cuvier no era tributario de una perspectiva *adaptacionista* o *utilitarista* (Caponi, 2008b, p. 59). Las funciones orgánicas que su anatomía comparada buscaba establecer, nada tenían que ver con los *artilugios* [contrivances] adaptativos puestos en destaque por la *Teoría de la selección natural* y, por mucho que busquemos en los escritos cuvierianos, poco o nada encontraremos en ellos que nos recuerde a esos pormenorizados análisis de Darwin (1877) sobre los variados recursos con los que las orquídeas suelen facilitar su fecundación por parte de un insecto (Caponi, 2008b, p. 32).

Los estudios de Cuvier, es verdad, no dejaban de incluir algunas referencias generales al hábitat de los organismos del tipo "pájaros en el aire, peces en el mar" (Grene, 2001, p. 188); pero, como Marjorie Grene subraya, lo que a él "primero y por sobre todas las cosas le importaba era la integrada y armoniosa coordinación de todas las partes operando para producir una totalidad funcional". Sin desentenderse definitivamente de la preocupación por eso que hoy, darwinianamente llamamos de adaptación, Cuvier pensaba que para que un organismo pudiese responder a las exigencias de su ambiente, debía ser antes una estructura organizacionalmente posible y, desde esa perspectiva, las estructuras anatómicas que definen el modo por el cual un animal se vincula a su entorno y a su fuente de alimento eran consideradas como un mero corolario de su organización interna (Cuvier, 1817, p. 69).

Claro, para Cuvier, un organismo es un sistema cuya armonía o coherencia interna, su *condición de existencia*, solamente puede ser percibida y comprendida cabalmente si consideramos su inserción en el entorno; pero esa inserción no era, para él, independiente de la propia organización interna de cada ser vivo. Por el contrario, esa inserción era consecuencia, y no causa, de dicha organización (Caponi, 2008b, p. 62). No es como respuesta a un desafío del ambiente que un predador deviene en un animal rápido y astuto, sino en virtud de su propia fisiología de carnívoro (Cuvier, [1812]1992, p. 98). Así, gran parte de lo que hoy llamaríamos estrategias o estructuras adaptativas eran, para Cuvier (1805, p. 57), la resultante necesaria de ciertas leyes de coexistencia que rigen la fisiología de los organismos, y no una simple respuesta a las exigencias del ambiente: "una condición de la existencia de todo animal", leemos en sus *Lecciones de anatomía comparada*, "es que sus necesidades sean proporcionales a las facultades que él tiene para satisfacerlas" (p. 51).

En suma: para que su existencia sea posible, un ser vivo debe poseer órganos funcionalmente coherentes, mutuamente coadaptados, en correspondencia los unos con los otros; y el sistema por ellos conformado debe estar, a su vez, en correspondencia con el entorno de dicho ser. Después de todo, consideraciones generales sobre cómo un ser vivo respira y sobre la

naturaleza de lo que come, son imprescindibles para cualquier análisis de su organización (Caponi, 2008b, p. 42). Un estómago de carnívoro, como decía Cuvier (1805, p. 55), requiere una dentadura y garras acordes con esa dieta; y una fisiología de pez, claro, sólo es viable en un entorno acuático. Pero tampoco se precisa ir mucho más lejos en esas correlaciones entre organización y entorno: en general, hasta donde las cosas le interesan a un fisiólogo, para entender el funcionamiento de los aparatos digestivo y respiratorio de un organismo cualquiera, basta correlacionar esos sistemas de órganos con "la naturaleza de las moléculas" que él debe asimilar, "sea por la respiración, sea por la alimentación" (Foucault [1970] 1994, p. 34).

Pero, me apuro a decirlo, ese interés centrado en la organización interna del viviente que encontramos en la influyente obra de Cuvier, está también presente en los análisis sobre las correlaciones entre estructura y función que encontramos en las reflexiones de los teólogos naturales como William Paley (1809), William Kirby (1835), Charles Bell (1837) y Peter Roget (1840): muy poco hay en ellas que realmente anticipe la idea darwiniana según la cual los perfiles de cada ser vivo están indisolublemente relacionados con la estructura "de todos los otros seres orgánicos con los cuales [él] entra en competición por comida o residencia, o de los cuales tiene que escapar o a los cuales tiene que apresar" (Darwin, 1859, p. 77). En los escritos de esos teólogos, es cierto, podemos encontrar más referencias puntuales a las relaciones entre estructuras orgánicas y ambiente que las que encontramos en Cuvier (Blanco, 2008); pero, aun así, el espíritu general de sus trabajos continúa siendo cuvieriano (Whewell, 1837, p. 472; 1847, p. 633).

Así, si nos detenemos en la *Teología natural* de Paley, la obra más influyente de toda esa tradición, veremos que los ejemplos de diseño orgánico a los que allí se apela para probar la sabiduría y la bondad divinas, aluden mucho menos a roles ecológicos, como el de la lengua del pájaro carpintero, que a la mutua correlación e integración de las partes en el interior de cada ser vivo y a sus funciones en la preservación de lo que él, como Cuvier, llamaba economía animal (Cuvier, 1805, p. 1; Paley, 1809, p. 268). A Paley, en efecto, la correlación funcional de las partes parece interesarle más que la eventual utilidad ecológica de las mismas, y su obra es definitivamente mucho más rica en descripciones anatómicas y fisiológicas que en análisis que anticipen, en clave teológica, las *narraciones adaptacionistas* darwinianas.

La secreción de jugos gástricos útiles para la digestión (Paley, 1809, pp. 90-91), las complejas relaciones de mutua interdependencia que guardan entre sí los huesos y las articulaciones del esqueleto humano (cap. 8), la disposición de los músculos con su maravillosa aptitud para producir el movimiento (cap. 9), y la compleja red de los vasos sanguíneos (cap. 10) constituyen, sin ninguna duda, los puntos más fuertes de la argumentación de Paley. Pero eso es comprensible: como observó William James ([1907] 1974, p. 80),

“para el gorgojo bajo la corteza, la admirable adecuación del organismo del pájaro carpintero para extraerlo ciertamente implica un diseñador diabólico”, y aunque Paley (1809, pp. 468 y ss.) haya intentado esbozar una justificación teológica para la existencia de antagonismos entre los seres vivos y para la posesión, por parte de éstos, de estructuras diseñadas para producir daños en otras especies, lo cierto es que esos fenómenos no dejaban de constituir una dificultad dentro de su línea general de argumentación.

Las *contrivances* o artilugios, de significación puramente fisiológica, y la exquisita complejidad de la economía animal constituían para Paley, y los demás teólogos naturales, tópicos mucho más fácilmente transitables. Ellas eran definitivamente más adecuados para demostrar, no sólo la existencia y la inteligencia del creador, sino también su suprema benevolencia para con sus humildes criaturas y, en todo caso, si se quería ir un poco más allá de esos análisis relativos a la mutua conveniencia de las partes en el seno del propio organismo, se podía dirigir la mirada, como de hecho Cuvier también lo hacía, hacia la relación que los cuerpos animados guardan con su entorno físico inmediato.

Así, al introducir este último tópico en el inicio de su décimo séptimo capítulo titulado “La relación de los cuerpos animados con la naturaleza inanimada”, Paley (1809, pp. 291 y ss.) nos dice que hasta ahí se han considerado las relaciones que guardan “las partes de un animal con otras partes del mismo animal, o con aquellas de otro individuo de la misma especie” pero, según él mismo agrega, “los cuerpos de los animales” también guardan, “en su constitución y propiedades, una estrecha e importante relación con naturalezas externas a él”. Los cuerpos vivos, en efecto, “guardan una estrecha relación con los elementos por los cuales están rodeados” (p. 291), y en esa conveniencia que existe entre el ala del ave y el medio aéreo, y entre la aleta del pez y el medio acuático, Paley encontraba una evidencia de la existencia y la generosidad divinas mucho más directa y contundente que esas conflictivas e insidiosas relaciones que los seres vivos guardan entre sí y que luego Darwin pondría en el centro de las atenciones de la *Historia natural* (Canguilhem, 1965, p. 137; Caponi, 2008c, p. 29).

La solución darwiniana de un problema cuvieriano

Sin embargo, aun esas correlaciones destacadas tanto por los naturalistas como por los teólogos de la primera mitad del siglo XIX, las de los órganos entre sí y las de éstos con el entorno físico, por obvias que ellas parezcan, plantean una seria dificultad para las tesis transformistas. Conforme Darwin lo apuntaba, estas últimas deben ser capaces de explicar cómo las transformaciones orgánicas pueden ocurrir sin conspirar contra esas *condiciones de existencia* permitiendo, inclusive, que los seres vivos las preserven no obs-

tante los cambios del entorno a los que, se supone, ellos se han visto sometidos a lo largo de sus sucesivas transformaciones. Así, si consideramos que los pingüinos descienden de un ave costera capaz de volar, deberíamos poder explicar cómo los cambios morfológicos allí implicados pudieron ocurrir de forma tal que el resultado de esas trasformaciones fuese un ave cuya forma general se encuentra tan bien adaptada a la vida acuática; y si consideramos que los vertebrados terrestres derivan de los peces, deberíamos ser capaces de mostrar cómo la reorganización funcional allí implicada pudo ocurrir de una forma armónica y siguiendo etapas que hayan sido, cada una de ellas, funcionalmente coherentes.

Pero eso es precisamente lo que permite hacer la *Teoría de la selección natural*: postula un mecanismo de transformación que es, como ya dije, un mecanismo adaptador. O mejor: postula un mecanismo, la propia selección natural que, produciendo y preservando el ajuste de los seres vivos a sus *condiciones de existencia*, genera, casi inevitablemente, la diversificación de las formas supuesta en la hipótesis de la filiación común (Waters, 2003, p. 117). La cuestión, sin embargo, está en el hecho de que ese mecanismo no puede limitarse a operar sobre la correlación interna de las partes orgánicas y sobre esas correlaciones genéricas entre órganos y entorno ya apuntadas por Cuvier o por Paley. Forzosamente la selección natural tiene que ir más allá de eso y producir un ajuste entre los seres vivos y las exigencias del ambiente mucho más minucioso que el previsto por una *Teología* y una *Historia natural* fundadas, ambas, en la idea de un mundo ancho y generoso en el que cada ser vivo tiene una función que cumplir y no un lugar para conquistar o defender (Caponi, 2006b, p. 32).

Urgida y presionada por una lucha por la vida, cuya intensidad, e incluso cuya existencia, no había sido reconocida por una *Historia natural* basada en la idea de una economía natural en equilibrio (Caponi, 2006b, p. 31), la selección natural no sólo se limitará a operar sobre la organización funcional interna de los seres vivos, sino que, además, acabará pujando por pulir los perfiles orgánicos en virtud de las ventajas que cada modificación pudiese traer para el desempeño de los seres vivos en esa lucha. Y ahí podemos ver la diferencia que existe entre los términos en que Darwin plantea inicialmente su problema y los términos en que finalmente lo resuelve.

La formulación del problema es, por decirlo de algún modo, cuvieriana; y apunta a lo que cualquier naturalista de inicios del siglo XIX podía entender por *condiciones de existencia* (Whewell, 1837, p. 472; 1847, p. 632). Pero su resolución nos lleva a entender esas condiciones de un modo significativamente diferente más como la adecuación de los perfiles orgánicos a las exigencias ambientales que como la mutua correlación, o coadaptación, de las partes. Por eso, aunque Darwin (1859, p. 206) continúe usando la expresión *condiciones de existencia*, y al hacerlo invoque también a Cuvier, lo cierto

es que el sentido que él acaba dándole al término ya no es el de la *Historia natural* anterior a 1859. Como observa Russell (1916, p. 239), Darwin usa la expresión cuvieriana *condiciones de existencia* como equivalente a *condiciones del ambiente* (Ridley, 1972, p. 53), y así las *condiciones de existencia* se homologan a las *conditions of life* derivadas de las contingencias de la lucha por la supervivencia (Darwin, 1859, p. 127).

Por eso, ya en el mismo parágrafo de la introducción en donde Darwin plantea el problema central de su obra, también prepara el camino para lo que será la solución de la cuestión y nos lleva a mirar en una dirección que no es exactamente la de la mutua coadaptación de las estructuras orgánicas, sino la de la adaptación de dichas estructuras a las exigencias y oportunidades planteadas por el ambiente. Tal es el caso, "por ejemplo, del pájaro carpintero, con sus patas, cola, pico y lengua, tan admirablemente adaptadas para capturar insectos bajo la corteza de los árboles" (Darwin, 1859, p. 3): ahí hay un desplazamiento desde una mirada fisiológica, centrada en la organización del ser vivo, hacia una mirada ecológica, centrada en la relación del viviente con su ambiente, que no tiene que pasársenos desapercibido (Guillo, 2003, p. 227). Darwin quiere que ese asunto entre en nuestro foco de atención: no quiere que permanezca en el segundo plano en que hasta ese momento había permanecido; y lo quiere porque en esas adaptaciones él va a acabar encontrando una evidencia en favor de su *Teoría de la selección natural*.

Esta última, insisto, permite superar la dificultad que la estricta coadaptación de los órganos y su correspondencia con el entorno le plantean a las tesis transformistas. Pero ese logro explicativo es alcanzado asumiendo que esas obvias correlaciones entre forma, función y entorno, que ya eran reconocidas por la *Historia natural* anterior, son el resultado de un proceso que, además de premiar cualquier ajuste que optimice esas correlaciones y además de impugnar cualquier variación que las comprometa, también acabará premiando cualquier modificación de estructura o de comportamiento que, independientemente de su importancia organizacional, confiera a sus portadores alguna ventaja, por mínima que sea, en la lucha por la existencia (Guillo, 2007, p. 80).

La *Teoría de la selección natural* puede, en efecto, dar cuenta de que el cambio evolutivo se realice en conformidad con las exigencias ya previstas por el *Principio de las condiciones de existencia*: a primera vista por lo menos, nada hay como ella para explicar que los seres vivos sean estructuras económicas y austeras en donde, más allá de las inevitables huellas de irracionalidad dejadas por la historia, cada parte exista en virtud de su contribución al funcionamiento del todo. Pero ese logro explicativo sólo se torna posible por la mediación de una inversión en el modo en que se entiende el vínculo entre las correlaciones orgánicas y la inserción del viviente en su entorno, y es por resultado de esa inversión que la teoría darwiniana genera

lo que cabría caracterizar como un *plus explicativo*: un conjunto de consecuencias empíricas que van más allá de esas correlaciones que era necesario explicar.

En la *Historia natural* predarwiniana, como vimos, la mutua adecuación y coherencia funcional de las estructuras orgánicas revestía una importancia crucial; pero la correspondencia entre éstas y las exigencias del ambiente ocupaban un lugar definitivamente secundario. Para los naturalistas predarwinianos, en todo caso, la correspondencia entre las estructuras orgánicas y las demandas ambientales, como también lo vimos, era un corolario de la propia organización del viviente. Éste se insertaba en el entorno de acuerdo con lo que su organización le permitía y exigía (Caponi, 2006b, p. 33). Por eso, para un naturalista como Cuvier, analizar la forma en que un animal respira, o determinar de qué tipo de alimento se nutre, era mucho más relevante que detenerse a examinar cómo caza o cómo evita ser cazado. En definitiva, ninguna de estas últimas actividades es posible sin el cumplimiento de aquellas funciones más fundamentales; y sólo la presunción, darwiniana, de que los seres vivos se encuentran siempre jaqueados por un ambiente hostil que parece empujarlos permanentemente a la extinción, puede hacernos invertir el orden de nuestro interés por esos asuntos (2008b, p. 129).

Y con Darwin, en efecto, esa relación se invierte: la selección natural provee una explicación de cómo las formas orgánicas pueden transformarse atendiendo tanto a sus requerimientos funcionales como a las exigencias del ambiente pero, dado que la ocurrencia de dicha selección depende de la lucha por la existencia, esto conduce a considerar que las exigencias ambientales son la explicación última de la preservación y reformulación de esos requerimientos funcionales. La selección natural preserva y optimiza permanentemente la mutua adecuación de las estructuras orgánicas en la medida en que dicha adecuación permite y mejora el desempeño de los seres vivos en la lucha por la existencia. Pero, al hacerlo, también fomenta modificaciones que, sin tener mayor importancia fisiológica, como el caso de una coloración, puede incrementar la viabilidad ecológica de sus portadores y así, explicando más que la mera preservación y reformulación de las correlaciones organizacionales fundamentales, la *Teoría de la selección natural* nos lleva a sospechar que puede existir una razón de ser hasta para los más mínimos detalles morfológicos y hasta para las más bizarras pautas comportamentales. Es decir, ese *plus explicativo* no deja de tener sus propias y novedosas consecuencias empíricas y, a partir de ellas, se configura todo ese programa de investigación que hoy designamos con el rótulo, a veces peyorativo, de *programa adaptacionista* (Gould y Lewontin, 1979, p. 581). Dicho programa, como sabemos, lleva a intentar individualizar esa posible *razón de ser* de las estructuras biológicas (Dennett, 1995, pp. 229 y ss.) y, de

ese modo, también conduce a procurar nuevas instancias confirmatorias de la teoría que lo motiva y lo sustenta. Creo, por eso, que cuando Darwin nos invitaba a mirar hacia los detalles de estructura del pájaro carpintero lo hacía no tanto para mostrar el objetivo explanatorio fundamental de su teoría; sino más bien para señalarlo como un nuevo campo de investigación que esa teoría abría y en el cual, además, podían encontrarse muchas e inesperadas evidencias en su favor.

De la selección natural al *adaptacionismo*

La *Teoría de la selección natural* podía explicar que la divergencia de formas a partir de un ancestro común generase seres con *condiciones de existir*; pero al hacerlo también abría espacio para todo un campo de investigaciones vertebradas por aquello que Alfred Russel Wallace llamaba *Principio de utilidad*. Dicho principio, que al decir del propio Wallace (1871, p. 47) era "una deducción necesaria de la teoría de la selección natural" y no un supuesto de ella, nos llevaba a considerar que "ningún hecho específico de la naturaleza orgánica, ningún órgano especial, ninguna forma característica o remarcable, ninguna peculiaridad en los instintos o hábitos, ninguna relación entre especies o entre grupos de especies, puede existir si no es, o no ha sido alguna vez, útil para los individuos o las razas que lo poseen"; y ésa es, me parece, una forma de reconocer el hecho de que esa omnipresente utilidad no pertenecía, como en cambio sí ocurría, por ejemplo, con las afinidades morfológicas, al conjunto de esas grandes evidencias ya antes reconocidas por la historia natural y que Darwin proponía explicar con su *teoría de la descendencia con modificaciones* (Gayon, 1992, p. 190).

Ya vimos que el reconocimiento de esas relaciones más obvias y generales entre el viviente, su entorno físico y su alimentación, era parte integrante, y no podía ser de otro modo, de ese gran conjunto de evidencias que la *Historia natural* reconocía con anterioridad a la *Teoría de la selección natural*; y algo semejante podría decirse de la presencia en los seres vivos de estructuras tan obviamente útiles como el pico del pájaro carpintero o las membranas interdigitales de los cuadrúpedos acuáticos: la *Teología natural* había reparado en ellas y hasta el naturalista más renuente a traficar con causas finales tenía que reconocer la existencia de esas adaptaciones. Pero de ahí a suponer que, dejando de lado la innegable acción directa de ciertos factores físicos, y aun aceptando los constreñimientos impuestos por las *correlaciones del crecimiento* (Darwin, 1859, p. 143), cada perfil de un ser vivo tuviese alguna utilidad, como Darwin (p. 200) decía, para ese ser o para alguno de sus ancestros, había todavía un gran paso a dar; y ese paso no es otro que ese corolario de la *Teoría de la selección natural* que Wallace llamó *Principio de utilidad*.

Este principio, decía Wallace (1871, p. 47), opera como "una clave que podemos seguir en el estudio de innúmeros fenómenos recónditos y que nos conduce a procurar un significado y un propósito para muchos caracteres definidos", llamándonos la atención sobre "minucias que de otro modo casi seguramente pasaríamos por alto considerándolas como insignificantes o como carentes de importancia"; y esto nos indica que, además de considerarlo como una consecuencia y no como un punto de partida de la *Teoría de la selección natural*, Wallace también entendía ese *Principio de utilidad* como una regla heurística que conducía a una búsqueda empírica del valor o la utilidad de estructuras orgánicas que, en una primera aproximación, podrían parecer como desprovistas de todo valor adaptativo. Así, aun contrariando la, a primera vista, evidente inutilidad de muchas estructuras orgánicas, por la mediación de ese corolario suyo que es el *Principio de utilidad*, la *Teoría de la selección natural* nos compromete en indagaciones empíricas que, por lo general, no encontramos en las reflexiones de la *Teología natural*.

Dichas reflexiones, en todo caso, parten de utilidades manifiestas y las usan como evidencias de diseño. El naturalista darwiniano, en cambio, sospecha esa utilidad aun donde ella no se muestra inmediatamente; e intenta individualizarla considerándola como un recurso que sirve o sirvió para obtener alguna mínima ventaja en la lucha por la existencia. En el mundo cruel y despiadado de la *Teoría de la selección natural*, las cosas no pueden ser como son porque sí, por un mero accidente: allí, toda particularidad, toda diferencia, debe implicar, o debe haber implicado, algún lucro; o en todo caso, debe resultar de alguna necesidad estructural ineludible, o debe ser el efecto colateral de algo que sí haya implicado algún lucro (Caponi, 2008b, p. 57). Austeridad ésta que no tenía por qué regir en el ancho y venturoso mundo de la *Historia natural* predarwiniana; y esto también lo podemos ver en el caso de Cuvier.

No obstante las severas restricciones a lo posible biológico implicadas por su *Principio de las condiciones de existencia*, Cuvier parecía pensar que, una vez dados los límites definidos por las leyes que regían las correlaciones orgánicas, toda variante morfológica que no entrase en contradicción con ellas podía existir, aun siendo absolutamente innecesaria (Caponi, 2008b, pp. 50 y ss.). Así, decía él, "conforme nos alejamos de los órganos principales, aproximándonos de aquellos que lo son en menor grado", las variaciones morfológicas se multiplican; y "una vez que llegamos a la superficie, precisamente allí donde la naturaleza de las cosas quiso que fuesen colocadas las partes menos esenciales y cuya lesión es la menos peligrosa", la gama de variaciones efectivas llega a parecer inagotable. Y "no es preciso en este caso que una forma, que una disposición cualquiera sea necesaria, a menudo hasta parece que para que ella se realice no es preciso siquiera que sea útil:

basta con que sea posible, es decir, que no destruya el acuerdo del conjunto" (Cuvier, 1805, p. 58).

Por eso, "sin apartarse jamás del pequeño número de combinaciones posibles entre las modificaciones esenciales de los órganos importantes", la naturaleza, decía Cuvier (1805, p. 58), "parece deleitarse al infinito en todas las partes accesorias"; y "manteniéndose dentro de los límites que las condiciones de existencia prescriben", ella "se abandona a toda su fecundidad en aquello en lo que tales condiciones no la limitan". Pero es justamente ese regodeo en lo superfluo, ese deleite en lo accesorio, que queda excluido del mundo darwiniano. En éste la vida queda sometida al imperio de la escasez, al orden de la necesidad económica; y es desde esa perspectiva económica que detalles morfológica y fisiológicamente secundarios, como la coloración, pudieron pasar a ser considerados como algo más que ornamentos o variaciones fútiles, o como algo más que el simple efecto accidental de la incidencia sobre el organismo individual de factores físicos tales como la dieta, el clima o la luminosidad (Buffon, 1749, p. 528; Cuvier, [1812] 1992, p. 113; Wallace, 1889, p. 193).

Es más: el hecho de que halla sido Henry Bates el creador del término y del concepto de *mimetismo* y la circunstancia de que ni siquiera el propio Darwin (1859, p. 197) haya considerado las coloraciones desde esa perspectiva adaptacionista en la primera edición de *Sobre el origen de las especies* (Gayon, 1992, p. 190), constituyen indicios adicionales respecto de lo poco obvias que resultaban esas interpretaciones utilitarias de los perfiles orgánicos que la *Teoría de la selección natural* venía a propiciar. Claramente, la interpretación utilitaria de la coloración no preexiste a la *Teoría de la selección natural*; la eventual conveniencia adaptativa de ciertos colores no constituye un hecho reconocido y a la espera de explicación. Esa conveniencia sólo es sospechada, o reconocida, con base en la propia teoría en cuestión: ella lleva a su descubrimiento (p. 190). Antes de la formulación de la *Teoría de la selección natural* nadie, ni siquiera el propio Darwin, parecía considerar las coloraciones desde esa perspectiva; y eso también ocurría con otras muchas características organizacionalmente secundarias.

Pero la mejor indicación de lo lejos que estaba la *Historia natural* predarwiniana de esa perspectiva utilitaria, y de lo poco obvia que ella resultaba en los albores de la *Biología evolucionaria*, nos la da el hecho de que, ya en la primera edición de *Sobre el origen de las especies*, ese tema haya sido considerado como motivo de una posible dificultad para la *Teoría de la selección natural* (Darwin, 1859, pp. 194 y ss.). Así, en el apartado sobre *órganos de poca importancia aparente*, que integraba el capítulo sobre *dificultades de la teoría*, Darwin (pp. 194-195) confesaba que: "como la selección natural actúa a vida o muerte por la preservación de los individuos con cualquier variación favorable, y por la destrucción de aquellos con cualquier desviación

estructural desfavorable", él percibía cierta dificultad para entender el origen de ciertas estructuras "cuya importancia no parecía suficiente para causar la preservación de los individuos sucesivamente variantes".

Darwin, podemos decir nosotros, estaba reconociendo ahí el peso de ese *plus explicativo* de su teoría. La selección natural no puede producir sólo formas viables: si ella actúa conforme la teoría lo prevé, su accionar debe redundar en formas y detalles siempre útiles y convenientes. Pero no era evidente que todos los perfiles orgánicos fuesen tan útiles y tan convenientes como la teoría podría hacernos pensar que ellos deberían ser; y eso podría tomarse como una evidencia de que los perfiles orgánicos no eran realmente el producto de la selección natural. Porque, si lo fuesen, no debería haber lugar para lo inútil o lo poco beneficioso. Pero, como el mismo Darwin decía, esa aparente dificultad, suscitada por la existencia de estructuras a primera vista inútiles, o de utilidad demasiado escasa como para considerar que ella fuese captada por la selección natural, podía explicarse por nuestra ignorancia "en lo referente a la totalidad de la economía orgánica de cualquier ser vivo". Si dicha economía de vida fuese mejor conocida, confiaba Darwin (1859, p. 195), esa utilidad podría ser más mesurada y quizá eso nos permitiría entender cómo la selección natural pudo empujar el proceso que condujo a su constitución.

Aquí, sin embargo, no interesan los argumentos que Darwin da para superar esa dificultad: lo que nos importa es que esa dificultad se plantee y que ella incluso retorne en el capítulo séptimo sobre *objeciones misceláneas a la teoría de la selección natural* que Darwin ([1872] 1998, p. 266) redactó para la sexta edición de *Sobre el origen de las especies* (1859, p. 226). Porque, si la maravillosa adaptación de los seres vivos a sus condiciones de vida hubiese sido un hecho desde siempre reconocido y para el cual la *Teoría de la selección natural* sólo habría procurado dar una explicación no teológica, esas objeciones nunca hubiesen sido levantadas, y Wallace (1889, p. 137) nunca hubiese tenido que defender su *Principio de utilidad* diciendo que: "el dictamen de inutilidad en el caso de cualquier órgano o peculiaridad que no sea un rudimento o una correlación no es, y nunca podrá ser, la descripción de un hecho, sino la mera expresión de nuestra ignorancia sobre su propósito u origen".

Conclusiones

En 1837, en el tercer volumen de su *Historia de las ciencias inductivas*, William Whewell (1837, pp. 456-457) se refirió al antagonismo existente entre dos escuelas de fisiólogos: la de aquellos que negaban la doctrina de las causas finales y cuyos trabajos estaban pautados por la doctrina de la unidad de plan o unidad de composición sostenida por Etienne Geoffroy Saint Hilai-

re; y la de aquellos que aceptaban esa doctrina y cuyos trabajos estaban pautados por el *Principio de las condiciones de existencia* defendido por Georges Cuvier (Whewell 1837, p. 472). Y, en 1916, Edward Stuart Russell (1916, p. 78) insistió en esa oposición cuando, en *Form and Function*, después de afirmar que "el contraste entre la actitud teleológica, con su insistencia en la prioridad de la función sobre la estructura, y la actitud morfológica, con su convicción sobre la prioridad de la estructura sobre la función, es uno de los más fundamentales en biología", también dijo que Geoffroy y Cuvier podían ser considerados como los representantes paradigmáticos de las dos posibles soluciones de ese dilema.

Para Darwin (1859, p. 206), sin embargo, esa oposición remitía a dos principios complementarios que estaban contemplados e integrados en su propia teoría: la *Unidad de tipo* explicada por filiación común, y el arreglo a las *Condiciones de existencia* explicado por selección natural. Este último mecanismo, sin embargo, no sólo explicaba cómo las diferentes especies de seres vivos pudieron originarse a partir de una única forma ancestral, o de un conjunto relativamente pequeño de dichas formas, preservando o reformulando ese arreglo a las condiciones de existencia que ya había sido analizado por la *Historia natural* anterior a la revolución darwiniana, y que también ya había sido aprovechado por la *Teología natural*. Al hacer eso, como vimos, la *Teoría de la selección natural* también nos llevaba a considerar los perfiles de los seres vivos desde una perspectiva inédita; es decir: considerando que, haciendo abstracción de las influencias directas del entorno y de los constreñimientos derivados de las correlaciones del crecimiento, esos perfiles respondían a los desafíos y oportunidades que el ambiente planteaba, o le había planteado, a los diferentes linajes de organismos.

Si no hubiese sido así, si ese modo de considerar a los seres vivos hubiese sido algo previamente reconocido, aunque quizá explicado desde otra perspectiva, entonces sólo el nuevo recurso explicativo, y no el propio hecho que ese recurso pretendía explicar, hubiese sido objeto de discusión. Las cosas, sin embargo, no ocurrieron de ese modo. Darwin y Wallace tuvieron que argumentar en favor de esa perspectiva que surgía como una consecuencia ineludible de la teoría que ambos estaban defendiendo; y eso, creo, es una evidencia de que la puntillosa correlación entre los perfiles del viviente y las exigencias del ambiente que el darwinismo nos llevó a reconocer, fue una previsión de la *Teoría de la selección natural* y no una simple constatación que permitía explicar de una forma no teológica. Esa correlación entre los más nimios perfiles de los seres vivos y sus duras condiciones de vida era una novedosa y arriesgada previsión de la nueva teoría: una previsión inicialmente cuestionada, pero que finalmente dio lugar a todo un fértil e instructivo programa de investigación. La *Teoría de la selección natural* no era sólo una nueva respuesta para algunas viejas preguntas, pues como

cualquier otro progreso científico genuino, también comportaba un nuevo cuestionario.

Antes de Darwin, claro, el teólogo natural podía darnos una explicación para alguna estructura obviamente conveniente o útil para su portador (Blanco, 2008). Pero es sólo por una exigencia de la *Teoría de la selección natural* que fuimos llevados a presumir y a procurar una razón de ser para cada detalle de estructura (Darwin [1862] 1977, pp. 59-60); aun cuando esa razón esté lejos de ser evidente o esté claro que ese detalle no obedece a esas exigencias organizacionales internas de las que se ocupaba la *Anatomía comparada* de Cuvier (Guillo, 2007, p. 80; Caponi, 2008b, p. 103). Así, además de ampliar drásticamente los horizontes de la *Historia natural* comprometiéndola en el antes impensable proyecto de reconstruir el *árbol de la vida* (Bowler, 1996, pp. 40 y ss.), el darwinismo también descubrió ese otro nuevo dominio de investigación por el que tempranamente se aventuraron naturalistas como Henry Bates y Fritz Müller con sus estudios sobre mimetismo (Gayon, 1992, pp. 191 y ss.): aludo a la búsqueda de un significado adaptativo para los más nimios y variados detalles de estructura (Wallace, 1889, p. 188).

Pero creo que incluso se podría decir que ese programa fue tomado más en serio por Wallace que por el propio Darwin (Shanahan, 2004, p. 105). Si analizamos *Sobre el origen de las especies*, sobre todo su primera edición, veremos que ahí lo único que está realmente delineado es el programa que conduce a la reconstrucción del *árbol de la vida*. El *programa adaptacionista*, en cambio, queda más claramente explicado y delineado en los textos de Wallace, y su regla fundamental es el *Principio de utilidad*. Ésta, y no un dudoso y ciertamente oblicuo codescubrimiento de la *Teoría de la selección natural* (Gayon, 1992) es, pienso, la verdadera y mayor contribución que este naturalista hizo a la *Biología evolucionaria*. Él supo ver una posibilidad del darwinismo que el propio Darwin no había entrevisto muy claramente. Para el Darwin de *Sobre el origen de las especies*, las *narraciones adaptacionistas* eran menos hipótesis explicativas empíricamente contrastables sobre rasgos particulares, que experimentos mentales para mostrar el poder explicativo de la selección natural (Lennox, 1991).

Bibliografía

Amundson, R. (2001), "Adaptation and development", en Orzack, H. y Sober, E. (eds.), *Adaptationism and optimality*, Cambridge, Cambridge University Press.

Ayala, F. (1970), "Teleological explanations in Evolutionary Biology", *Philosophy of Science*, núm. 37, pp. 1-15.

Bell, C. (1837), *The hand: its mechanism and vital endowments as evincing design* (The Bridgewater treatises IV), Londres, W. Pickering.

Blanco, D. (2008), "La naturaleza de las adaptaciones en la teología natural británica: análisis historiográfico y consecuencias metateóricas", *Ludus Vitalis*, vol. 16, núm. 30, pp. 3-26.

Bowler, P. (1996), *Life's Splendid Drama*, Chicago, The University of Chicago Press.

Buffon, G. (1749), *Histoire naturelle générale et particulière*, t. III, París, l'Imprimerie Royal.

Canguilhem, G. (1965), *La connaissance de la vie*, París, Vrin.

Caponi, G. (2006a), "Retorno a Limoges: la adaptación en Lamarck", *Asclepio*, vol. 58, núm. 1, pp. 7-42.

_____ (2006b), "El viviente y su medio: antes y después de Darwin", *Scientiae Studia*, vol. 4, núm. 1, pp. 9-44.

_____ (2008a), "Darwin: entre Paley y Demócrito", en Llorente, J., Ruiz, R., Zamudio, G. y Noguera, R. (eds.), *Fundamentos históricos de la Biología*, México, Universidad Nacional Autónoma de México.

_____ (2008b), *Georges Cuvier: un fisiólogo de museo*, México, Universidad Nacional Autónoma de México / Limusa.

_____ (2008c), "De Humboldt a Darwin: una inflexión clave en la historia de la biogeografía", *Geosul*, núm. 45, pp. 27-42.

Cuvier, G. (1789), *Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux*, París, Baudouin.

_____ (1805), *Leçons d'anatomie comparée*, vol. I, París, Baudouin.

_____ ([1812]1992), *Discours préliminaire a las recherches sur les ossements fossiles de quadrupèdes*, París, Flammarion.

_____ (1817), *Le règne animal*, vol. I, París, Deterville.

Darwin, C. (1859), *On the origin of species*, Londres, Murray.

_____ ([1862] 1977), "On the two forms, or dimorphic condition, in the species of Primula, and on their remarkable sexual relations", en Barret, P. (ed.), *The collected papers of Charles Darwin,* vol. II, Chicago, The Chicago University Press.

_____ ([1872] 1998), *The Origin of Species*, 6a ed., Nueva York, The Modern Library.

_____ (1877), *The various contrivances by which orchids are fertilized by insects*, 2a ed., Londres, Murray.

_____ (1959), *The Origin of Species: a variorum edition* (editado por Morse Peckham), Philadelphia, University of Pennsylvania Press.

Dawkins, R. (1996), *The Blind Watchmaker*, Londres, Norton & Co.

Dennett, D. (1995), *Darwin's Dangerous Idea*, Londres, Penguin.

Foucault, M. ([1970] 1994), "La situation de Cuvier dans l'histoire de la biologie", en Foucault, M., *Dits et Écrits*, vol. II., París, Gallimard.

Gayon, J. (1992), *Darwin et l'après-Darwin*, París, Kimé.

Gould, S. (2002), *The Structure of Evolutionary Theory*, Cambridge, Harvard University Press.

Gould, S. y R. Lewontin (1979), "The spandrels of San Marco and the panglossian paradigm: a critique of the adaptationist programme", *Proceedings of the Royal Society of London*, B 205, pp. 581-598.

Grene, M. (2001), "Darwin, Cuvier and Geoffroy: comments and questions", *Journal of history and philosophy of life sciences*, núm. 23, pp. 187-211.

Guillo, D. (2003), *Les figures de l'organisation*, París, PUF.

_____ (2007), *Qu'est-ce que l'évolution?*, París, Ellipses.

James, W. ([1907]1974), *Pragmatism*, Nueva York, Meridian.

Kirby, W. (1835), *On the power and the goodness of god as manifested in the creation of animals and in their history, habits and instincts,* Londres, W. Pickering.

Lennox, J. (1991), "Darwinian thought experiments: a function for just-so stories", en Horowitz, T. y Massey, G. (eds.), *Thought experiments in science and philosophy*, Savage, Rowmam & Littlefield.

Lewens, T. (2007), *Darwin*, Londres, Routledge.

Maynard Smith, J. (1993), *The Theory of Evolution*, Cambrige, Cambridge University Press.

Paley, W. (1809), *Natural theology*, 12a ed., Londres, J. Faulder.

Ridley, M. (1972), "Co-adaptation and the inadequacy of natural selection", *British Journal for the History of Science*, núm. 15, pp. 45-68.

Roget, P. (1840), "Animal and vegetable physiology considered with reference to natural theology", *The Bridgewater treatises V*, vol. I, Londres, W. Pickering.

Ruse, M. (2003), *Darwin and Design*, Cambridge, Harvard University Press.

Russell, E. S. (1916), *Form and Function*, Londres, Murray.

Shanahan, T. (2004), *The Evolution of Darwinism*, Cambridge, Cambridge University Press.

Sober, E. (1984), *The nature of selection*, Chicago, The Chicago University Press.

Wallace, A. R. (1871), "Mimicry, and other protective resemblances among animals", en Wallace, A. R., *Contributions to the theory of natural selection*, Londres, MacMillan.

_____ (1889), *Darwinism*, Nueva York, MacMillan.

Waters, K. (2003), "The arguments in the Origin of Species", en Hodge, J. y Radick, G. (eds.), *The Cambridge companion to Darwin*, Cambridge, Cambridge University Press.

Whewell, W. (1837), *History of the inductive sciences*, vol. III, Londres, Parker.

_____ (1847), *The philosophy of the inductive sciences*, vol. I, Londres, Parker.

¿Por qué el naturalismo metodológico?

Elliott Sober[1]

[...] cualquier confusión entre las ideas *sugeridas* por
la ciencia y la ciencia misma debe ser cuidadosamente evitada.
Jacques Monod, *El azar y la necesidad*

Introducción

En la controversia actual entre la biología evolucionista y el creacionismo, quienes están del lado de la ciencia normalmente sostienen que la teoría de la evolución obedece al principio siguiente:

> Naturalismo metodológico: las teorías científicas deberían ser neutrales en la cuestión de si un Dios sobrenatural existe.

Los defensores de la biología evolucionista a menudo plantean una segunda cuestión, de modo que este principio metodológico debe diferenciarse de una tesis sobre qué es lo que hay:

> Naturalismo metafísico: no existe un Dios sobrenatural.

[1] Traducción de Montse Mas y David Such.

La idea aquí es que la biología evolucionista no está comprometida con esta segunda forma de naturalismo; como las teorías científicas en general, la teoría de la evolución está comprometida a *ignorar* lo sobrenatural, no a *negar* su existencia.

Se hacen necesarias cuatro aclaraciones. La primera concierne al término "sobrenatural". Piénsese en la naturaleza como la totalidad de entidades, acontecimientos y procesos que tiene una localización espaciotemporal; las entidades sobrenaturales, como yo las entiendo, no la tienen.[2] El segundo punto es que el naturalismo metodológico no dice nada sobre las fuentes de inspiración que los científicos puedan aprovechar para el desarrollo de sus teorías; la doctrina concierne a las teorías producidas, no a los procesos psicológicos que conducen a ese producto. Mi tercer comentario es que he formulado estos dos principios naturalistas de tal manera, que versan específicamente sobre Dios y no sobre la categoría general de las entidades sobrenaturales; más adelante volveré sobre este contexto filosófico más amplio.

Mi cuarta aclaración me lleva a la cita de Monod con la que empecé. Mucha gente entiende que la teoría de la evolución sugiere que no hay Dios. Este pensamiento ha motivado a *algunos* ateos y a *todos* los creacionistas. Pero debemos tener cuidado. Hay una diferencia entre las ideas que una teoría puede llevar a pensar y lo que la teoría *realmente dice*. Cuando oigo la Marsellesa, a veces pienso en Humphrey Bogart, pero la letra del himno nacional francés no implica la existencia de este ser. El naturalismo metodológico no impide a los científicos el formular teorías que inspiren pensamientos sobre Dios, ya sea a favor o en contra. El naturalismo metodológico es una tesis lógica (una tesis respecto a lo que una teoría dice),[3] no una tesis sobre psicología (sobre lo que la teoría podría sugerir a alguien).

Es natural completar mi formulación del naturalismo metodológico, que trata sólo de *teorías*, con un compromiso adicional referente a lo que cuenta como *evidencia*: las proposiciones que expresan evidencia científica deberían ser neutrales en la cuestión de si una deidad sobrenatural existe (en el sentido de que no deberían de tener implicaciones sobre esta cuestión). Las teorías son evaluadas en la ciencia y son evaluadas consultando a la evidencia; el naturalismo metodológico, debidamente formulado, es una

[2] Evito decir que las entidades sobrenaturales están "fuera" de la naturaleza, puesto que esto sugiere que la naturaleza es una caja y que las cosas sobrenaturales tienen una localización espacial (están fuera o encima de esa caja). Tampoco forma parte de mi concepto de "sobrenatural" que los seres sobrenaturales sean mejores que los naturales.

[3] ¿El naturalismo metodológico impide a las teorías científicas sostener que Dios *probablemente* existe, o que *probablemente* no existe? Afirmaciones de este tipo están a mitad de camino entre afirmaciones rotundas y negaciones rotundas, y por eso tiene sentido entender que el silencio que el naturalismo metodológico reclama es igualmente aplicable a estas afirmaciones probabilísticas.

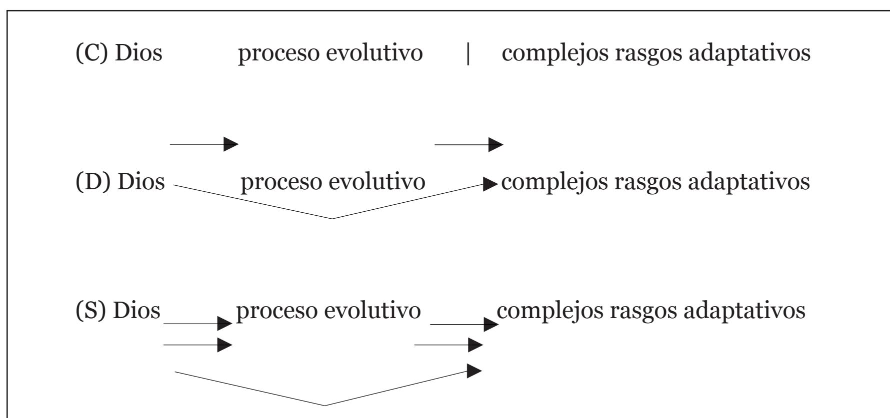
restricción para ambas cosas. Aun así, mi enfoque a partir de ahora se centrará en lo que la teoría de la evolución dice, no en la *evidencia* que hay para ello, así que mi formulación inicial de la tesis metodológica bastará para el presente propósito.

¿Qué dicen los creacionistas sobre la relación de la biología evolutiva con estos dos naturalismos? A veces niegan que la teoría de la evolución obedezca los dictados del naturalismo metodológico; su pensamiento es que la teoría de la evolución es una filosofía materialista que abarca al naturalismo metodológico y, por tanto, viola la neutralidad requerida por el principio metodológico. Sin embargo, en otras ocasiones los creacionistas están de acuerdo con que la biología evolutiva contemporánea obedece al naturalismo metodológico, a pesar de que añaden que esto es un defecto, no un logro loable. Los creacionistas piensan que el naturalismo metodológico es un lastre del que la ciencia necesita liberarse. Negarse a considerar cuestiones acerca de lo sobrenatural, afirman, es comportarse como un avestruz metiendo su cabeza en la tierra.

El objetivo principal de este artículo es explorar la cuestión de por qué la ciencia debería adoptar el naturalismo metodológico. Después de criticar algunas respuestas que han sido sugeridas, proporcionaré una respuesta menos ambiciosa; espero que más defendible. Pero antes de tomar en consideración cómo podría el naturalismo metodológico ser justificado, quisiera decir algo sobre la clase de neutralidad teística que la teoría evolucionista ha alcanzado. Es obvio que la teoría no es neutral respecto de *toda* afirmación sobre Dios. Por ejemplo, la teoría desmiente la tesis de que Dios creara la vida en la Tierra hace aproximadamente 10 000 años. Queda claro también que la teoría está en desacuerdo con el creacionismo, que es la primera de las tres posturas teísticas descritas en la figura 1. El creacionismo mantiene que los complejos rasgos adaptativos que observamos en los organismos, no podrían haberse producido mediante el proceso evolutivo, sino que serían el resultado de la intervención directa de Dios en la naturaleza.[4] La segunda postura representada en la figura 1, el deísmo, mantiene que Dios empieza el proceso evolutivo y después nunca vuelve a intervenir en lo que sucede con posterioridad. El deísmo deja claro que la biología evolutiva no contradice la afirmación de que Dios existe. Además del creacionismo y el deísmo, hay una tercera postura a tomar en consideración; ésta afirma que la teoría evolutiva puede explicar los rasgos que tienen los organismos, pero que la explicación es incompleta, puesto que Dios también ha colaborado. Esto podría sonar como el creacionismo, pero no es lo mismo.

[4] A veces los creacionistas describen lo que la teoría evolucionista es incapaz de explicar mediante la distinción entre micro y macroevolución. Para el propósito de separar las tres posturas teísticas descritas en la figura 1, este punto carece de importancia.

Figura 1: Tres posturas teísticas. El creacionismo (C) sostiene que el proceso evolutivo es incapaz de producir los complejos rasgos adaptativos de los organismos que observamos, y que son resultado de intervenciones directas de Dios. El deísmo (D) sostiene que Dios empieza el proceso evolutivo y nunca interviene. Y (S) sostiene que Dios a veces interviene en la naturaleza, complementando los procesos descritos por la teoría de la evolución.



Las flechas en la figura 1 representan relaciones causales. Partiré de la suposición de que causalidad no implica determinismo. Fumar cigarrillos causa cáncer de pulmón, pero eso no significa que tengas cáncer de pulmón si fumas. Ni siquiera significa que el fumar sea parte de un amplio abanico de condiciones que, unidas, basten para provocar cáncer de pulmón. Quizás el Universo es irreductiblemente azaroso. Como burda aproximación, podemos pensar en las causas como acontecimientos que incrementan las probabilidades de sus efectos. La causalidad puede ser determinista (con conjuntos completos de causas que lleven las probabilidades de sus efectos a un valor de 1), pero no es necesario que lo sea.

El deísmo (tal y como yo lo entiendo) dice que Dios construye los organismos exclusivamente mediante los procesos evolutivos. Esta postura puede representarse de un modo natural en términos de igualdad probabilística:

Pr (rasgos de los organismos | proceso evolutivo y Dios existe) =
Pr (rasgos de los organismos | proceso evolutivo y Dios no existe).

Una vez que el proceso evolutivo está en marcha, lo que ocurre a partir de ese momento no resulta afectado por la existencia de Dios; el proceso *separa* la existencia de Dios de los rasgos que los organismos poseen. El creacionismo

y la postura suplemental (S) son ambos intervencionistas; coinciden en que esa separación es falsa.

Parto de la suposición en lo que sigue de que el Dios sobre el que estamos discutiendo, si existe, es un ser sobrenatural. No todas las concepciones de Dios son así. Los antiguos griegos creían que sus dioses vivían en el Monte Olimpo y Spinoza pensaba que Dios era idéntico a la naturaleza misma. Es curioso que el naturalismo metodológico no impida incluir esas deidades en la ciencia. Aunque debe haber otras razones para mantenerlas fuera, ése no es el tema que nos ocupa.

Dos de las tres posturas representadas en la figura 1 implican intervención divina en el mundo del espacio y el tiempo después de que el proceso evolutivo esté en marcha. Pero, ¿qué significa "intervención divina"? En teología, a menudo se entiende como la violación por parte de Dios de las leyes de la naturaleza.[5] Yo no utilizo el término en ese sentido. Lo que yo quiero tomar en consideración bajo el título de (S) es la visión de que Dios *complementa* lo que ocurre en el proceso evolutivo pero sin violar ninguna ley. Una intervención, como yo la entiendo, es una causa; puede desencadenar un acontecimiento o mantener un proceso. Los médicos hacen ambas cosas cuando intervienen en las vidas de sus pacientes. La intervención médica no supone ninguna ruptura de las leyes de la naturaleza, como tampoco la de Dios.[6]

Por qué la teoría de la evolución no niega la intervención divina

No es contradictorio afirmar que hay más cosas ocurriendo en el proceso evolutivo de las que sueña la biología evolutiva. Ésta es la tesis de que hay "variables ocultas", influencias causales en los resultados evolutivos que nuestra ciencia no reconoce. Si la teoría evolucionista fuese causalmente completa, no habría lugar para esta idea. Sin embargo, no tenemos la seguridad de que la teoría dé cuenta de todos los hechos que son causalmente relevantes para lo que ocurre en la evolución. Por favor, vean que no estoy diciendo que hay ahora *evidencia* de que dichas variables ocultas existan, afirmo solamente que no son descartadas por nuestra teoría actual.

Que la teoría evolutiva no excluya la existencia de variables ocultas es una simple consecuencia del hecho de que la teoría es probabilística. Para ver

[5] Por ejemplo, el NIODA de Russell (acción divina objetiva no intervencionista) usa el término en este sentido. Mi proposición (S) y su NIODA tienen mucho en común, a pesar de la diferencia terminológica.

[6] Aquí estoy en desacuerdo con la afirmación de Pennock (1999, p. 195) de que "decir que un poder es sobrenatural es, por definición, decir que puede violar las leyes de la naturaleza". La capacidad de violar las leyes de la naturaleza sería una propiedad definitoria de una deidad *omnipotente*, pero no forma parte de la definición de poder sobrenatural.

el porqué, empecemos por una simple analogía: lanzar al aire una moneda. Supongamos que tiramos una moneda al aire repetidas veces y obtenemos evidencias que justifican la conclusión siguiente:

> (1) Pr (sale cara en t_2 | la moneda es lanzada en t_1) = 0.5

Alguien que crea que el determinismo es cierto puede aceptar la proposición (1), pero mantendrá que hay más elementos implicados en el proceso de lanzar una moneda al aire de lo que esta afirmación probabilística describe. El determinista sostendrá que:

> (1) Pr (sale cara en t_2 | una completa descripción de las condiciones de partida en t_1) = 0 o 1.

A pesar de que las proposiciones (1) y (2) parecen estar en desacuerdo con cuál es la probabilidad de que salga cara, en realidad no lo están. Ambas describen la probabilidad de que salga cara al tirar la moneda, pero explican el acontecimiento mediante proposiciones que describen de manera diferente lo que ocurre antes. Puesto que las afirmaciones (1) y (2) son presentadas como proposiciones condicionales, ambas pueden ser ciertas. No tiene sentido preguntarse sobre cuál es la verdadera probabilidad de un acontecimiento. Es como preguntarse cuál es la verdadera distancia hasta Madison. No existe tal cosa. Existe la distancia de Chicago a Madison y la distancia de Nueva York a Madison. La distancia es inherentemente relacional, de igual manera que las probabilidades.

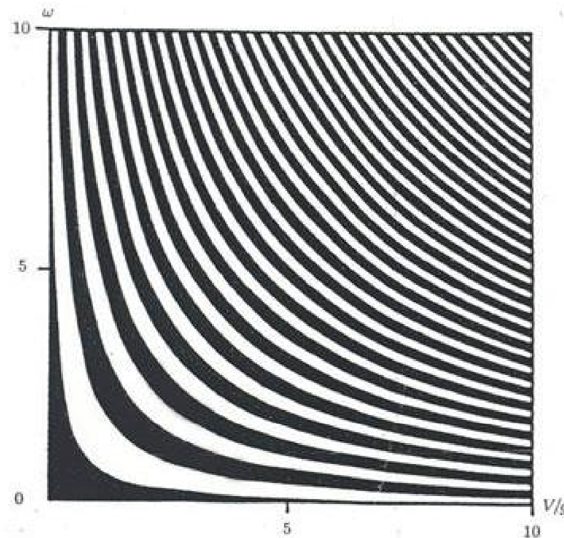
Para ilustrar la idea de que (1) y (2) son compatibles quiero considerar el modelo newtoniano de lanzamiento de moneda que Diaconis (1998) describe. Las condiciones iniciales para un lanzamiento determinan que salga cara o que salga cruz. La razón de que una secuencia de lanzamientos muestre una mezcla de caras y cruces es que las condiciones iniciales varían de lanzamiento a lanzamiento. Para simplificar las cosas, asumimos que no hay resistencia del aire, que la moneda lanzada gira alrededor de un eje interno, y que la moneda aterriza sin rebotar (quizás en la arena). Las condiciones iniciales relevantes son fijadas, pues, por los valores específicos de V (la velocidad ascendente de la moneda lanzada) y ω (la velocidad angular, especificada en revoluciones por segundo). Si V es muy baja, la moneda no se eleva apenas cuando abandona la mano del lanzador; si ω es muy baja, la moneda, como dice Diaconis, “se eleva como una pizza que no gira”. Dependiendo de los valores de V y ω, la moneda girará 0, 1, 2, 3... veces antes de caer al suelo. Supongamos que la moneda que estamos estudiando empieza cada sesión de lanzamiento con la cara hacia arriba sobre la mano del lanzador. Entonces, si la moneda gira 0, o un número par de veces, saldrá cara; si gira un número

impar de veces, saldrá cruz. Estas diferentes posibilidades corresponden a las regiones de parámetros espaciales mostrados en la figura 2. Empezando en el origen y moviéndose al noreste, las diferentes rayas corresponden a 0 giros, 1 giro, 2 giros, etcétera.

En este modelo newtoniano, cada resultado del lanzamiento de moneda es una consecuencia determinista de las condiciones iniciales, como la proposición (2) afirma. Sin embargo, esto no significa que la proposición (1) esté equivocada en su defensa de que la moneda tiene una probabilidad de salir cara de 0.5, teniendo en cuenta solamente el hecho de que es lanzada. Un modelo probabilístico del lanzamiento de moneda es coherente con la tesis de que el sistema es determinista. Si el determinismo es cierto, hay variables ocultas no representadas por el modelo de probabilidad (1).

Consideremos la situación paralela con respecto a la afirmación que los biólogos hacen cuando dicen que las mutaciones no están "dirigidas" ni "guiadas". Con esto simplemente quieren decir que las mutaciones no ocurren porque sean útiles al organismo. Las mutaciones tienen sus causas (por ejemplo, la radiación) pero eso es otra cuestión. Los biólogos realizan experimentos para comprobar las hipótesis de que las mutaciones no son dirigidas. Consideremos un experimento muy simple que muestra algunos de los rasgos importantes que han aportado experimentos más complejos y sofisticados. Consideremos una especie de organismos azules. Supongamos que

Figura 2. En las regiones negras del parámetro espacial la moneda sale cara; en las regiones blancas sale cruz (Diaconis, 1998).



estos organismos se benefician de una coloración protectora al encontrarse situados en un entorno rojo o verde; ser verde es mejor que ser rojo si el entorno es verde, pero lo contrario es cierto si el entorno es rojo. Nuestro experimento es situar algunos de estos organismos en un entorno rojo y otros en un entorno verde y entonces registrar las frecuencias con las cuales las mutaciones a rojo y verde ocurren, como se muestra en la figura 3.

Supongamos que las frecuencias observadas son prácticamente idénticas. La conclusión que extraerá un científico es que las probabilidades de mutación no están influenciadas, por lo que sería bueno para el organismo. Esto debería entenderse como lo que es: una buena hipótesis cuya justificación proviene de las frecuencias de acontecimientos en una muestra. Mi idea aquí es la misma que sobre los lanzamientos de monedas. Las hipótesis acerca de que las diferentes mutaciones tienen las mismas probabilidades en diferentes entornos no niega la posibilidad de que haya variables ocultas; quizás cada mutación que tiene lugar es el resultado de su propio juego de causas deterministas. Si los datos no niegan las variables ocultas, tampoco niegan la existencia de variables ocultas *sobrenaturales*.[7]

Nuestra visión de si las mutaciones son guiadas por fuerzas ocultas debería moldearse por las mismas consideraciones que gobiernan nuestra visión de si los lanzamientos de monedas son influenciados por fuerzas ocultas. Los expertos en el lanzamiento de monedas te dirán que al tirar la moneda no sale cara porque eso sea bueno para los jugadores. Los expertos en genética dirán que las mutaciones no ocurren porque sean buenas para los organismos que las tienen. Debemos aceptar lo que los expertos dicen, pero debemos darnos cuenta de que su trabajo es la interpretación de datos de frecuencias.

En el simple experimento que he descrito, en el cual rastreamos las mutaciones que experimentan los organismos azules, las hipótesis en competencia describen las probabilidades de diferentes mutaciones en diferentes entornos. Una hipótesis afirma que la probabilidad de una mutación a rojo en un entorno rojo es mayor que la probabilidad de una mutación a rojo en un entorno verde. Otra afirma que estas probabilidades tienen el mismo valor. Observemos que estos modelos no dicen nada acerca de si ha habido mutaciones a lo largo de la historia de la vida de las que Dios se haya asegurado que ocurrieran. Los científicos no tienen medios para testar esta aserción

---

[7] El primer defensor estadounidense de Darwin, Asa Gray, quería complementar la teoría de Darwin con la reivindicación de que las mutaciones eran dirigidas por una deidad. Gray (1888) recomendó a Darwin "asumir, en la filosofía de su hipótesis, que la variación ha sido conducida por líneas beneficiosas". Me gusta que Gray sugiriera que esta adición se situara en la *filosofía* de la hipótesis, no en la *hipótesis* misma. En cualquier caso, Darwin rehusó realizar la adición sugerida.

Figura 3. Frecuencias con las que los organismos azules mutan a verde y rojo en diferentes entornos.

		El entorno es:	
		rojo	verde
Mutación a:	rojo	*f*1	*f*2
	verde	*f*3	*f*4

teística. Sin embargo, esto no demuestra que sea falso. Los científicos a veces usan el irrisorio comentario “ni siquiera falso” para caracterizar las hipótesis que no pueden ser testadas. La ridiculez se puede dejar de lado partiendo de un punto en el que teístas y ateos estarían de acuerdo: existe una diferencia entre hipótesis que la evidencia nos dice que son falsas e hipótesis que nuestros datos no nos permiten contrastar.

Las tesis de que las mutaciones no son dirigidas es a veces presentada como un compromiso “filosófico” fundamental en la biología evolucionista, similar al materialismo y tan central como él para la cosmovisión científica. Esto es un error. Es verdad que la tesis *es* fundamental para la biología, pero no tiene nada que ver con el materialismo o el teísmo. Es como la tesis de que un organismo no puede sintetizar la vitamina *D* del Sol o no puede regenerar miembros perdidos. Es una cuestión empírica si las probabilidades de mutación tienen la configuración que tienen porque eso es bueno para el organismo. El hecho de que muchos organismos no experimenten mutaciones guiadas no niega la posibilidad de que otros lo hagan en determinados entornos. Si resulta que algunos organismos tienen la capacidad de ajustar favorablemente sus mutaciones a la luz de un cambio en el entorno, entonces la biología evolutiva tendrá que explicar por qué esto es así. Las tasas de mutación varían de especie a especie a través de los entornos para especies concretas, y tienen diferentes valores para diferentes partes del genoma de un organismo. Es una buena pregunta científica por qué esto ocurre de esta manera.

El hecho de que las mutaciones no sean dirigidas no es un problema para el teísmo. Quizás Dios estableció que las mutaciones no fueran dirigi-

das. Y si algunas mutaciones en algunos organismos resultan que están dirigidas en el sentido que he descrito, esto no es una amenaza para el ateísmo, pues éste no tiene más interés en que las mutaciones estén dirigidas del que tiene en los organismos que son incapaces de sintetizar la vitamina *D* de la luz solar.

Los teístas por supuesto pueden ser deístas, sosteniendo que Dios pone en marcha el Universo y entonces rehúsa intervenir para siempre. Pero no hay contradicción en abrazar la idea de un Dios más activo cuyas intervenciones en la naturaleza vuelan bajo el radar de la biología evolucionista.[8] La intervención divina no es una parte de la ciencia, pero la teoría de la evolución no implica que no tenga lugar.[9]

¿Las teorías científicas deben hablar solamente de lo que existe en la naturaleza?

¿Qué razones se han ofrecido para aceptar el naturalismo metodológico? A veces se afirma que la ciencia, por definición evita la discusión acerca de lo sobrenatural. Si la afirmación es formulada diciendo que la ciencia *natural* no dice nada respecto de lo *sobrenatural*, la afirmación puede sonar como una tautología.[10] Pero esta estratagema definitoria no consigue nada. Incluso si la "ciencia" es definida como una actividad para la cual el naturalismo metodológico es cierto, la cuestión pendiente es por qué el tiempo, la energía y el dinero deben dedicarse a hacer ciencia en lugar de hacer *schmience*.[11] *Schmience* es como la ciencia, excepto que no requiere por definición un compromiso con el naturalismo metodológico. Los creacionistas quieren que *schmience* sustituya a la ciencia como un proyecto al cual la sociedad se dedica. Hace falta un motivo sustancial para pensar que el naturalismo metodológico proporciona buenos consejos para la investigación. La victoria que el argumento definitorio alcanza es vacua.

---

[8] El carácter probabilístico del modelo de mutaciones de la teoría de la evolución es una razón de que la teoría no niegue las variables ocultas, pero la teoría es probabilística en otro sentido, y esto provee un segundo contexto en el que las variables ocultas no son descartadas. Por esto quiero decir que las poblaciones biológicas son finitas y por ello la selección natural es representada como una causa probabilística.

[9] A pesar de que la teoría de la evolución no descarta las variables ocultas, hay resultados en mecánica cuántica que niegan determinados tipos de variables ocultas. Los teístas pueden entrar en debate con los físicos sobre esto; no tienen ninguna cuenta pendiente similar con la biología evolutiva.

[10] Por ejemplo, de acuerdo con Ruse (1982, p. 322), "los milagros caen fuera de la ciencia que, por definición trata sólo con lo natural, lo repetible, lo que es gobernado por la ley".

[11] Mi "schmience" es lo que Plantinga (1997) llama "science"; el argumento que doy contra la estratagema definitoria es suyo.

Es interesante observar, en esta tesitura, que la ciencia de hecho no evita postular entidades sobrenaturales. Con esto no estoy hablando sobre lo que la ciencia dice respecto de la existencia de Dios. Más bien tengo en mente un tipo diferente de entidad sobrenatural: los números. La teoría de la evolución implica que los números existen, y los números son entidades sobrenaturales. O, al menos, esa es la visión de los números defendida por cierta filosofía de la matemática. El platonismo matemático dice que los números y otros objetos matemáticos no tienen localización espacio-temporal. El platonismo matemático no es universalmente aceptado entre los filósofos; sin embargo, hay mucho qué decir sobre ello, y muchos filósofos creen que es correcto. Éste es un breve esbozo de por qué el platonismo parece plausible.

Consideremos la afirmación de que hay números primos infinitos. Ésta es una afirmación verdadera, como cualquier teórico de los números dirá. Pero, ¿qué son esas cosas llamadas números?, ¿qué deben ser para hacer verdadera esta afirmación? Primero, es importante no confundir los números y las cifras; las cifras son nombres para los números. La afirmación continuaría siendo cierta si no hubiera usuarios del lenguaje y, por consiguiente, no hubiera nombres para los números. Es más, la afirmación continuaría siendo cierta si no hubiera materia en el Universo. Esto es lo que lleva a los platónicos a afirmar que los números son entidades sobrenaturales.

Esto puede explicar por qué muchos filósofos piensan que el platonismo es una explicación plausible de la matemática pura, pero ¿qué tiene esto que ver con la teoría de la evolución? La respuesta es que muchas afirmaciones en la teoría de la evolución matematizada implican que los números existen. Los científicos apenas se dan cuenta de que sus modelos tienen esta implicación, pero esos modelos están por todas partes. Consideremos, por ejemplo, la afirmación de que los ritmos de la evolución molecular en dos linajes (*lineages*) son diferentes. Los compromisos platónicos de esta afirmación se vuelven visibles cuando se formula de manera un poco más formal:

> Existe un número $d \neq 0$, de tal manera que $R1 - R2 = d$, donde $R1$ es el ritmo de la evolución en el primer linaje y $R2$ es el ritmo en el segundo.

O consideremos la afirmación de que la idoneidad de un determinado rasgo (T) en una población depende de la frecuencia y es una función lineal de su frecuencia. Con otras palabras:

> Existen los números $m \neq 0$ y b, tales que el ajuste (*fitness*) del rasgo $T = mx + b$, donde x es la frecuencia del rasgo.

Estas afirmaciones están sujetas a la contrastación empírica, y podría resultar que la evidencia nos llevara a rechazar ambas. Quizás hay un reloj molecular en los dos linajes; quizás la idoneidad del rasgo *T* es independiente de la frecuencia. Lo importante es que los científicos no rehúyen estos dos modelos porque implican que los números existen. Y si estos dos modelos son rechazados, existen otros modelos, con otros compromisos platónicos, que los biólogos evolucionistas admiten.

He mencionado con anterioridad que la imagen habitual de la relación entre el naturalismo metodológico y el naturalismo metafísico es que el primero no implica al segundo. Ahora propongamos la cuestión opuesta: ¿la tesis metafísica implica la tesis metodológica? Hay un argumento sencillo para decir *sí*: si no hay entidades sobrenaturales, un verdadero científico no puede defender que esas cosas existen. Si el objetivo de la ciencia es encontrar teorías verdaderas, la relación de implicación está establecida. El problema con este argumento es que la ciencia necesita a las matemáticas, existan o no las entidades platónicas. Si los números no existen, entonces las matemáticas son una ficción útil; es más, son una ficción *indispensable*. Los científicos no deberían preocuparse por la existencia o no de los números; deberían ayudarse a sí mismos asumiendo que existen. La cuestión de si los números existen o no invita a los filósofos a la reflexión.[12]

¿Son las afirmaciones acerca de lo sobrenatural siempre incontrastables?

Otra manera de defender el naturalismo metodológico es decir que las afirmaciones acerca de lo sobrenatural son incontrastables. Ésta es una vieja consideración, y varios filósofos (Quinn, 1984; Laudan, 1988) han citado contraejemplos. He mencionado ya la afirmación siguiente:

Una deidad sobrenatural creó la vida en la Tierra hace 10 000 años.

[12] En mi definición el que una entidad sea sobrenatural significa que carece de localización espacio-temporal; de ahí se deriva que los números son entidades sobrenaturales, al menos de acuerdo con el platonismo. Pero, ¿qué pasa si adoptamos una definición diferente de "sobrenatural"? Draper (2004, p. 277), por ejemplo, dice que una entidad sobrenatural es aquella que puede afectar al mundo natural sin formar parte de él. Entonces define "naturaleza" como el universo espacio-temporal de entidades físicas junto con cualquier entidad que sea ontológica o causalmente reductible a esas entidades. Una desventaja de esta definición es que mezcla naturalismo y reduccionismo, que yo preferiría mantener separados. Hay que tener en cuenta también que los números no son naturales ni sobrenaturales. En todo caso, la cuestión que estoy abordando no depende de que se use la definición de "sobrenatural" de Draper o la mía: *¿Por qué el naturalismo metodológico acierta en recomendar silencio respecto de las deidades sobrenaturales, si la ciencia está obligada a construir teorías que implican la existencia de objetos matemáticos?*

Los científicos tienen abundantes pruebas de que el nacimiento de la vida es muy anterior; si es así, esta afirmación acerca de lo sobrenatural se puede contrastar. Lo mismo ocurre con numerosas afirmaciones sobre los números:

> El número de manzanas en la cesta es primo.

Ambos ejemplos son acerca de entidades sobrenaturales, pero no son *únicamente* acerca de lo sobrenatural. El primero es sobre la vida en la Tierra *y* Dios; el segundo, sobre manzanas *y* números. Estas dos afirmaciones "mixtas" son contrastables.

Pennock (2009, pp. 550-551), reelaborando ideas que desarrolló anteriormente (1999), está en desacuerdo:

> [...] tanto Laudan como Quinn citan la visión creacionista de que Dios creó la Tierra entre 6 000 y 10 000 años atrás como una hipótesis que es contrastable y que es falsa. Pero éste y otros ejemplos que se nos ofrecen para mostrar la posibilidad de contrastar lo sobrenatural invariablemente están construidos sobre supuestos naturalistas que los creacionistas no comparten. Confrontados con la evidencia empírica de una Tierra anciana, los científicos de la creación rechazan la relevancia de cualquiera de esas observaciones basándose en que Dios simplemente hizo que la Tierra *pareciera* vieja (o "madura"). Algunos piensan en esto como en una prueba de fe para que aprendamos a aceptar la autoridad de la Biblia sobre la de los meros sentidos de uno mismo. La cuestión aquí es que no podemos ignorar, como Laudan y compañía hacen habitualmente, el hecho de que los creacionistas tienen una noción fundamentalmente diferente de la ciencia y de lo que constituye una base de evidencia adecuada para una creencia justificada. La visión de la Tierra joven es ciertamente negada si consideramos la cuestión desde el naturalismo metodológico, pero si uno toma el aspecto sobrenatural de la afirmación seriamente, entonces se pierde cualquier base sobre la qué contrastar la afirmación.

Pennock describe un estilo exasperante de argumentación que los creacionistas utilizan. Veamos cómo se aplica a un ejemplo más sencillo. Consideremos la afirmación:

> (Identificación púrpura) Una deidad sobrenatural causó que todo en el mundo fuese púrpura.

Esta afirmación es acerca de lo sobrenatural y hace una predicción observacional. Por supuesto, un defensor de la identificación púrpura podría responder que las cosas sólo *parece* que tienen otros colores además del púrpura.

Los amigos de la identificación púrpura pueden hacer por su teoría lo mismo que los amigos de la Tierra joven han hecho por la suya. Sin embargo, eso en un hecho relacionado con las *personas*, no con las *proposiciones*. Fíjense en el cambio de proposiciones a personas en el fragmento de Pennock citado. Empieza discutiendo una *proposición* (que Dios creó la Tierra hace entre 6 000 y 10 000 años) y entonces cambia hacia la cuestión de cómo los creacionistas defienden dicha proposición, señalando que "los *creacionistas* tienen una noción fundamentalmente diferente de la que tiene la ciencia sobre lo que constituye una base evidencial adecuada para la creencia justificada [la cursiva es mía]". Es cierto que los creacionistas han sido acientíficos, pero eso es algo relacionado con ellos; no implica nada sobre el carácter de la teoría que intentan defender. Consideremos un darwinista dogmático o un newtoniano dogmático que argumenta acientíficamente; ese hecho sobre ellos, no demuestra que sus teorías sean acientíficas.

Pennock (2009, p. 552) piensa que las palabras que salen de la boca de los creacionistas tienen un significado radicalmente diferente de las mismas palabras que salen de boca de los no creacionistas. Piensa que cuando los científicos consideran que "la Tierra tiene 10 000 años de antigüedad" o que "todo es púrpura", otorgan a las frases un "significado naturalista", pero que cuando los creacionistas de una Tierra joven o los defensores de la identificación púrpura pronuncian esas frases, las frases tienen un "significado sobrenatural". Esta afirmación de Pennock es una afirmación de la filosofía del lenguaje que yo encuentro inverosímil. Creacionistas y anticreacionistas están en desacuerdo sobre muchas cosas, pero esto no demuestra que otorguen diferentes significados a proposiciones como "todo es púrpura" y "la Tierra tiene 10 000 años de antigüedad". Es cierto, pero irrelevante, que los creacionistas de una Tierra joven y sus amigos de la identificación púrpura adopten supuestos que hagan su teoría imposible de contrastar. Ser dogmático sobre tu teoría favorita no implica que la teoría sobre la que eres dogmático adquiera un significado diferente del significado que tiene la teoría para los colegas menos dogmáticos.

Por eso yo mantengo mi afirmación de que hay proposiciones mixtas que son contrastables; recuerden que las proposiciones mixtas son aquellas que versan al mismo tiempo sobre entidades sobrenaturales y objetos que tienen una ubicación espacio-temporal. Pero, ¿qué ocurre con las proposiciones que versan únicamente acerca de lo sobrenatural? Consideremos otro ejemplo que discute Pennock (1999, p. 196), la afirmación de Phillip Johnson (1990) de que "Dios crea con un objetivo". Pennock defiende que la afirmación de Johnson es incontrastable, y quizás tiene razón.[13] Sin embargo, eso

[13] La explicación de la contrastabilidad que desarrollé en el capítulo 2 de Sober (2008b) recoge una idea que los filósofos llaman la tesis de Duhem, que afirma que las teorías científicas

no implica que *todas* las proposiciones acerca de lo sobrenatural sean incontrastables.

Esto sugiere la tesis siguiente: incluso aunque algunos de los enunciados de los creacionistas sean contrastables, sus afirmaciones fundamentales no lo son, y esto es lo que hace que su teoría sea incontrastable. Un problema con esta tesis es que es muy difícil decir cuáles son los enunciados fundamentales. ¿Es "Dios existe" la única proposición esencial en el creacionismo de una Tierra joven, o también "Dios creó la Tierra hace entre 6 000 y 10 000 años", forma parte del núcleo de la posición creacionista? El otro problema es que incluso si algunas de las proposiciones centrales en una teoría son incontrastables, eso no implica que la teoría en su conjunto sea incontrastable.[14]

Apliquemos esta cuestión acerca del creacionismo a la ciencia misma. ¿Toda proposición en una teoría científica es contrastable? Las teorías matemáticas en biología y en otras ciencias implican que los números existen. ¿Es la existencia de los números empíricamente contrastable?

Aquí hay una cierta ironía. La idea de que las proposiciones científicas deben ser contrastables nos resulta familiar en parte por la gran influencia que las ideas de Popper (1959) acerca de la falsabilidad han ejercido. Popper pensaba que la contrastabilidad, entendida en términos de su idea de falsabilidad, era la solución al problema de la demarcación, que es el problema de separar las proposiciones científicas de las no científicas. Los filósofos han reconocido durante mucho tiempo que falsabilidad es una fallida explicación de la contrastabilidad (Sober, 2007, 2008b), pero ésa no es la ironía en la que estoy pensando. Más bien, la ironía es que algunos de los contemporáneos de Popper, los positivistas lógicos, también pensaban que la contrastabilidad es un concepto de importancia central para la ciencia, pero negaron que *toda* proposición en una teoría científica debiera ser contrastable. Carnap (1950) y Reichenbach (1938), entre otros positivistas, sostuvieron que las teorías científicas a menudo contienen elementos *convencionales*. Estos son enunciados que están en una teoría porque son útiles, no porque podamos ofrecer evidencias de que son ciertos. Carnap mantuvo que proposiciones como "los objetos físicos existen" y "los números existen" se incluyen en las teorías científicas por este motivo. Los físicos no realizan experimentos para ver si los objetos físicos existen o no; más bien, *asumen* que hay objetos físi-

---

rara vez hacen predicciones por sí solas, sino que necesitan ser complementadas con proposiciones auxiliares para hacerlo. Quizás "Dios existe", por sí misma, no haga ninguna predicción, pero eso no es suficiente para demostrar que no pueda elaborar predicciones si se la complementa adecuadamente.

[14] Consideremos las afirmaciones siguientes de Pennock (1999, p. 195): "[...] las hipótesis sobrenaturales permanecen inmunes a la desconfirmación" y "la ciencia sobre la creación incluye visiones sobrenaturales en su núcleo que no son contrastables". La última no implica la primera.

cos, y entonces contrastan proposiciones como "los electrones existen". Y los matemáticos no elaboran pruebas de la existencia de los números; más bien, *asumen* que los números existen, y entonces elaboran pruebas de proposiciones como "existen números primos infinitos". El debate contemporáneo del naturalismo metodológico en relación con el debate entre la biología evolutiva y el creacionismo debe mucho a Popper; la herencia positivista ha sido ampliamente olvidada. Esto es una lástima, porque hay mucho que decir a favor de la idea de que la ciencia utiliza un marco de presuposiciones que son incontrastables.[15]

Los positivistas no fueron los únicos que vieron que una teoría en su conjunto puede ser contrastable aunque algunas de sus partes no lo sean. La diferencia entre conjunto y parte es algo que también Popper vio; lo hizo al explorar la lógica de su concepto de falsabilidad. Popper (1959, p. 249) señala que una teoría puede ser falsable incluso a pesar de que algunas de sus consecuencias no lo sean. Aunque no hay nada paradójico en este hecho lógico acerca de la falsabilidad,[16] supone un problema para el criterio de demarcación de Popper.[17] Consideremos, por ejemplo, el hecho de que la identificación púrpura es equivalente a la conjunción siguiente:

> Una deidad sobrenatural existe y si una deidad sobrenatural existe, entonces esta deidad hará que todo sea púrpura.

Si la identificación púrpura es científica, entonces yo sostengo que esta conjunción también lo es, dado que ambas dicen lo mismo. Pero el primer término de la conjunción no es falsable. ¿Lo es el segundo? Quizás no. ¿Cómo puede una conjunción ser científica si uno o dos de los términos no lo son? Inspirados por Popper, podríamos tener la tentación de criticar una teoría

---

[15] Popper (1959) entendía las leyes metodológicas, por ejemplo el requisito de falsabilidad, como convenciones. Pero según su metodología, una proposición científica genuina debe ser falsable.

[16] Por ejemplo, es habitual en filosofía de la ciencia pensar las teorías como "cerradas bajo la implicación lógica". Esto significa que si una teoría *T* tiene a *C* como una de sus consecuencias lógicas, entonces *C* forma "parte" de *T*. En la lógica clásica, toda teoría implica una tautología. Sin embargo, las tautologías no son falsables.

[17] Popper (1977, p. 1038) dice que "siempre que un enunciado existencial puro, siendo empíricamente 'confirmado', parece pertenecer a la ciencia empírica, en realidad lo hará no por sí mismo, sino en virtud de ser una consecuencia de una teoría falsable corroborada", a pesar de que añade una página más adelante que la teoría falsable no debería ser el resultado de un "refuerzo *ad hoc*". Las afirmaciones existenciales que Popper tiene en mente aquí no las considera falsables. Popper está negando en su nota al pie que una proposición científica deba ser falsable; describe una segunda ruta por la cual una proposición puede ser considerada científica. El comentario de Popper no cubre el caso en el que la afirmación existencial no es confirmada y la teoría más fuerte es falsable, aunque no ha sido corroborada.

centrándonos en un elemento de la teoría, declarando ese elemento no falsable, y entonces concluir que toda la teoría en su conjunto es no falsable. Desgraciadamente para aquellos que buscan asestar el golpe definitivo, éste no es un análisis que pueda superar el escrutinio lógico.

Es fácil olvidar el hecho de que una teoría científica confirmada empíricamente puede contener supuestos que no son en absoluto confirmados empíricamente. Esto ocurre porque hay algo intuitivamente atractivo en el principio siguiente:

> Condición de consecuencia especial de la confirmación: Si la observación *O* confirma la teoría *T*, y la teoría *T* implica que *C* es verdadero, entonces *O* confirma *C*.

Confirmación no significa que la observación *pruebe* que la teoría sea cierta; la evidencia observacional rara vez tiene ese poder en la ciencia. Más bien, pensemos en la confirmación como el proceso de hacer la teoría más plausible que antes. La condición de consecuencia especial, así llamada por Hempel (1965, p. 31), podría parecer correcta, pero no lo es. Aquí tenemos un ejemplo sencillo que demuestra el porqué. Está jugando al póker y le gustaría saber si la carta que le van a repartir será la Jota de Corazones. El repartidor es un poco descuidado y usted percibe un fragmento de la carta en la parte superior del montón antes de que se la den. Ve que es roja. El hecho de que sea roja confirma la hipótesis de que la carta es la Jota de Corazones, y la hipótesis de que es la Jota de Corazones implica que la carta será una Jota. Sin embargo, el hecho de que la carta sea roja no confirma la hipótesis de que la carta sea una Jota.[18] Existen fuertes evidencias para la existencia de los electrones, y la existencia de los electrones implica que los objetos físicos existen; sin embargo, eso no implica que haya evidencia fuerte para la existencia de los objetos físicos.

¿Violar el naturalismo metodológico es un freno para la ciencia?

Otra manera popular de defender el naturalismo metodológico es cambiar de una tesis sobre *proposiciones* a una sobre *personas*. En lugar de discutir las proposiciones que el creacionismo implica, se nos pide que consideremos el efecto que abandonar el naturalismo metodológico podría tener sobre la gente. La afirmación es que violar el naturalismo metodológico es un "freno para la ciencia" [*science-stopper*].[19] Si nos permitimos hablar acerca de entidades

---

[18] Véase Sober (2010a) para una explicación sencilla de por qué la condición de consecuencia especial es equivocada dentro del marco del bayesianismo.

[19] La expresión es de Plantinga (1996); el argumento fue adelantado en Pennock (1999, p. 292) y en Miller (2007).

sobrenaturales dejaremos de hacer ciencia seria; el principio está considerado como un profiláctico necesario. Para valorar este argumento, empecemos por una referencia histórica. Numerosas figuras centrales en la revolución científica pensaban que la ciencia necesitaba a Dios para explicar algunos fenómenos naturales. Por ejemplo, Newton pensaba que el Sistema Solar se colapsaría sin la intervención divina. Newton no siempre siguió los preceptos del naturalismo metodológico en su trabajo, pero eso no le impidió hacer buena (o gran) ciencia. Lo cierto del argumento del parón de la ciencia es que si usted utiliza "Dios quería que las cosas fueran así" como *única* respuesta a *todas* las observaciones que haga, nunca hará ciencia seria. Pero esto es igualmente cierto para una devoción obsesiva por la proposición "todo pasa porque las zanahorias son naranja". Si cree que es la *única* explicación para todo lo que pasa, *eso* le impedirá hacer ciencia seria. Sin embargo, eso no es motivo para prohibir a los científicos mencionar el color de las zanahorias. Introducir a Dios en la ciencia no cierra *necesariamente* la actividad, aunque lo hará si es llevado a extremos monomaníacos (como lo haría cualquier idea fija).

La creencia de Newton de que la estabilidad del Sistema Solar se debía a la intervención divina no le impidió hacer un gran trabajo científico acerca de la ley de la gravedad. Esto demuestra que se puede introducir a Dios para explicar *X* y todavía hacer buena ciencia acerca de *Y*. ¿Pero no impide hacer un trabajo científico serio acerca de por qué *X* es cierto, decir que Dios explica X? No necesariamente. Un científico puede creer que todo en la naturaleza ocurre porque es la voluntad divina y aún así intentar descubrir explicaciones naturalistas a los fenómenos naturales. Se podría objetar que introducir la existencia de Dios de esta manera es científicamente inútil. Quizás sea cierto, pero eso no demuestra que invocar la existencia de Dios deba llevar a la ciencia a un punto muerto.

Mi argumento depende de una distinción entre decir "Dios lo hizo" como *parte* de una explicación y decirlo como la explicación *completa*. Si esta última práctica se aplicara a todos los fenómenos naturales, marcaría el fin de la ciencia productiva. Pero eso no demuestra que la primera también haya de ser letal. Es por esto por lo que el argumento del parón de la ciencia falla a la hora de justificar el naturalismo metodológico.

Si existen los números, ¿por qué no Dios?

Las matemáticas son un marco necesario para la ciencia. Muchas de las teorías científicas que más apreciamos presuponen que los números existen. Ningún argumento similar se ha producido para incluir la mención de Dios en las teorías científicas. Es más, ha habido muchas teorías científicas predictivas, desarrolladas a lo largo de los siglos, que guardan silencio acerca

de la cuestión de si Dios existe o no; esto aporta amplia evidencia de que *la ciencia no necesita el postulado divino*. Estas teorías "mudas" pueden ser complementadas; se les puede añadir la afirmación de que Dios existe, o la afirmación de que no existe, o de que no sabemos si hay un Dios, pero en cada caso los suplementos no son consecuencia de la ciencia; más bien, se trata de añadidos filosóficos.

Los argumentos en contra de introducir la afirmación de que Dios existe en las teorías científicas a menudo han sido argumentos *por principio*; intentan demostrar que este postulado *necesariamente* impide a la ciencia lograr uno de sus objetivos. Por ejemplo, se dice que las teorías resultantes no pueden ser contrastadas o que introducir el postulado divino impide el desarrollo de explicaciones naturalistas. El argumento que yo ofrezco es más modesto. La ciencia naturalista ha sido un éxito. La naturaleza se nos ha presentado con multitud de problemas que han sido enfocados con éxito por teorías que son teísticamente neutrales. Sabemos gracias a la historia de la ciencia que el teísmo no hace ninguna falta. La defensa modesta que yo ofrecería del naturalismo metodológico es simplemente ésta: *si no está roto, no intentes arreglarlo*.

Una réplica sencilla a esta sugerencia es que la ciencia ya está *rota*, y por eso *necesita* que la arreglen. Esta respuesta proviene de esperar que la ciencia haga más de lo que es capaz. Quien quiera que las teorías científicas le digan lo que está bien y lo que está mal, o cuál es el sentido de la vida, acabará decepcionado. Pero esto no significa que la *ciencia* haya fracasado. La ciencia no se encuentra en esa línea de trabajo. El naturalismo metodológico no afirma que el único camino para alcanzar conocimiento sea a través de la ciencia. Se trata de una tesis acerca de lo que las teorías *científicas* afirman, no acerca de lo que las proposiciones *no* científicas deberían de ofrecer. Por consiguiente, es necesario distinguir entre el "naturalismo científico" de Huxley (1892)[20] y

---

[20] Huxley (1892, p. 35) dice que "[...] el *naturalismo científico* de la segunda mitad del siglo XIX [...] no nos lleva a la negación de la existencia de una Supernaturaleza; sino simplemente a la negación de la validez de la evidencia aducida en favor de una u otra forma existente del supernaturalismo". Pero entonces añade en nota al pie de página: "A mi entender, me veo obligado a decir que el término 'Naturaleza' se refiere a la totalidad de lo que es." A pesar de que la tesis de Huxley es puramente epistemológica, el comentario de la nota al pie parece abrazar el naturalismo metafísico.

El naturalismo científico de Huxley (1892) proviene de dos compromisos más generales que él tenía. El primero con el evidencialismo; aquí Huxley y W. K. Clifford (1872) están de acuerdo con que nunca deberíamos creer nada "sin evidencia suficiente". El segundo es la tesis de que toda evidencia real es una evidencia científica; esto implica que hay un único concepto legítimo de evidencia y que es el adecuado para ser utilizado en todos los temas (Huxley, 1866).

Con respecto al evidencialismo, Huxley (1892, p. 360) reconoce que hay algunas proposiciones que psicológicamente no podemos dejar de creer: "Es bastante cierto que la base de todos y cada uno de nuestros actos, y la validez de nuestros razonamientos, descansan sobre un

la teoría del significado como contrastabilidad empírica adelantada por los positivistas lógicos.[21]

¿Se podría desarrollar una nueva forma de investigación en la cual las teorías se construyan de tal manera que fueran a la vez exitosas y comprometidas con la existencia de Dios? Hay una manera trivial de hacerlo. Tomemos una teoría que actualmente admiremos, que sea teísticamente neutral, y añadámosle la proposición "y esto es voluntad de Dios". El resultado es "ciencia teística", pero el añadido teístico no está haciendo un verdadero trabajo científico. Es inútil. La misma estratagema puede ser utilizada para construir una ciencia atea, y el añadido ateo es también científicamente inútil. Hay una segunda manera de crear una teoría científica comprometida científicamente que también es trivial. Consideremos una teoría teísticamente neutral *T* que resulta que no dice nada acerca de la proposición empírica *E*. Añadamos a *T* el postulado "Dios quería que *T* fuera cierta, pero se aseguró de que *E* fuese falsa". Ahora el añadido *dice* algo acerca de la naturaleza que la teoría inicial *T* no abordaba. Aún así, la nueva e hinchada teoría no es interesante. Si quieres averiguar si *E* es cierta, ¿por qué no lo investigas directamente? ¿Por qué hacerlo añadiendo la hipótesis "Dios quiere que *E* sea falsa" a una teoría *T* que no dice nada acerca de *E*? No está nada claro cómo una ciencia teísticamente comprometida podría proceder de manera que el teísmo no resultara inútil. ¿Es razonable esperar que una ciencia comprometida teísticamente, o *schmience*, sea mejor que la ciencia que ahora tenemos? Ciertamente podría ser mucho peor.

Mi modesto argumento en favor del naturalismo metodológico puede invitar a la objeción de que estoy ciñéndome a casos concretos y olvidando el resto. He mencionado los éxitos que las teorías científicas teísticamente neutrales han tenido, pero no he mencionado sus fracasos. Estos fracasos han sido sin duda numerosos. Es más, si la ciencia es una selección de procesos en los que teorías alternativas compiten, toda teoría exitosa será "exitosa"

gran acto de fe, que nos llevan a tomar nuestra experiencia en el pasado como una guía segura de nuestro hacer en el presente y en el futuro." Creo que esto significa que el evidencialismo debe ser atenuado por un principio del tipo "el debe implica el puede".

Turner (1974, p. 16) dice que "los abanderados del naturalismo buscaban expandir la influencia de las ideas científicas con el propósito de secularizar la sociedad más que con el objetivo de hacer avanzar la ciencia internamente. El secularismo era su objetivo; la ciencia era su arma". La idea de Turner concierne al propósito que Huxley tenía de defender el naturalismo, pero no describe cuál es el contenido de esa filosofía.

[21] La teoría del significado como contrastabilidad empírica afirma que todas las proposiciones con significado son verdaderas o falsas o bien en virtud del significado de los términos que contienen (por ejemplo, son analíticos), o bien porque son empíricamente contrastables. Mientras que Huxley (1889) defiende el agnosticismo (y acuñó el término) con respecto de la proposición de que Dios existe, los positivistas negaron que la proposición "Dios existe" tenga significado; para ellos, no hay aquí cuestión alguna sobre la cual suspender el juicio.

solamente en el sentido de que es mejor que sus competidoras, que eran relativamente fracasadas. Mi respuesta es que mi argumento no depende de que la cuota de éxito absoluto de las teorías científicas teísticamente neutrales sea alta. Ciertamente ha habido numerosas teorías naturalistas fallidas a lo largo de la historia de la ciencia. La cuestión es si han fallado *porque* eran teísticamente neutrales. Yo afirmo que ése no es el motivo. Consideremos dos tipos de transición que ocurren cuando una teoría precedente da paso a una teoría sucesora (G. Branch, comunicación personal). En primer lugar, el cambio de una teoría que viola el naturalismo metodológico a otra que lo obedece; en segundo lugar, el cambio de una teoría que obedece el naturalismo metodológico a otra que lo viola. Resulta interesante que las mejoras se producen más a menudo con el primer cambio que con el segundo.

Sin embargo, mi argumento en favor del naturalismo metodológico no es un argumento contra la teología entre adultos responsables. Aquellos que deseen explorar hipótesis acerca de la relación de Dios con la naturaleza obviamente son libres de hacerlo. Mi argumento concierne a la *ciencia*; no dice nada de otras líneas de investigación. Por ejemplo, el trabajo en filosofía de la religión, rutinariamente toma en consideración hipótesis que afirman o niegan la existencia de una deidad sobrenatural y sería absurdo sugerir que esta disciplina debería dejar de hacerlo. Ideas similares se pueden aplicar a aquellos que quieren utilizar sus convicciones teológicas para evaluar teorías científicas. Son libres de hacerlo, pero deben reconocer que la comunidad científica acoge en la actualidad a personas con puntos de vista teológicos diversos; teístas de todo tipo, así como ateos y agnósticos, pueden participar en esta comunidad si dejan sus teologías (y ateologías) en la puerta. La petición de cambiar la ciencia para que las consideraciones teológicas sean consideradas relevantes para evaluar teorías científicas es implícitamente una petición para reducir la diversidad de la comunidad científica.

Puede parecer duro exigir a los teístas que se sienten seguros de la existencia de Dios que dejen de lado esta convicción cuando hacen ciencia. ¿El naturalismo metodológico requiere que violen su integridad intelectual al hacerlo? De hecho, los científicos en su discurso público a menudo dejan de lado muchas cosas de las que se sienten seguros. Este dejar de lado no es exclusivo de la ciencia, sino que es parte de cómo las comunidades de investigación racional se organizan. Si intenta convencer a alguien de que una determinada proposición es cierta, y quiere que su argumento resulte efectivo, tiene que elegir premisas que crea la persona a la que se está dirigiendo, o que se puedan afirmar basándose en lo que ella ya cree. Muchas de las cosas que *usted* cree no encajarán con esto. Así que las dejará de lado. Esto no implica mala fe por su parte. Usted cree infinidad de cosas, pero no todas sus creencias son herramientas que le puedan ayudar en la tarea que tiene delante. Es en este contexto donde el papel de las *observaciones* cien-

tíficas puede jugar una importante función *social*. Los científicos que están en desacuerdo sobre cuestiones teóricas buscan una manera de resolver sus diferencias en la que todas las partes puedan estar de acuerdo. Encuentran ese punto de vista neutral en las *observaciones*.[22]

Conclusiones

A los científicos modernos puede parecerles obvio que las teorías científicas necesiten a las matemáticas, e igualmente obvio que no necesiten a la teología. Pero como todos los matrimonios y divorcios, estos dos tienen su historia, y lo que parece inevitable al final puede no haberlo parecido antes. Una razón por la que el naturalismo metodológico se volvió cada vez más persuasivo a través de los siglos es que las explicaciones naturalistas se incrementaron en número y poder. Pero el triunfo del naturalismo metodológico tuvo otra fuente; ésta fue el desarrollo de una visión teológica según la cual una deidad benevolente hizo el mundo de tal manera que el naturalismo metodológico resultara ser una estrategia de investigación exitosa. Ésta es la idea que Darwin (1859) apuntó cuando empezó *El origen de las especies* con una cita de su profesor William Whewell:

> Con respecto al mundo material, podemos al menos llegar tan lejos como esto: podemos percibir que los acontecimientos son llevados a cabo no por interposiciones aisladas del poder divino, ejercidas en cada caso particular, sino por el establecimiento de leyes generales.

Las palabras de Whewell contrastan dos extremos: en el mundo hay cero milagros o el mundo está saturado con ellos. De hecho, el éxito del naturalismo metodológico no requiere que el número sea cero. Si el ateísmo o deísmo son ciertos, eso ayudaría a explicar por qué la metodología ha dado su fruto. Pero una teología intervencionista se puede desarrollar de tal manera que siendo cierta podría explicar también esto. La construcción de esta visión intervencionista no es tan sólo una posibilidad abstracta. Más bien, la historia del naturalismo metodológico es inseparable de la idea de un Dios que a veces interviene en la naturaleza mientras que, al mismo tiempo, se asegura de que los seres humanos sean capaces de descubrir explicaciones naturalistas a lo que observan (Numbers, 2003).

---

[22] Las afirmaciones observacionales de la ciencia no necesitan ser *absolutamente* neutrales; es decir, no necesitan ser neutrales respecto de toda la teoría. Más bien, necesitan ser *relativamente* neutrales; lo que cuenta como observación en el contexto de la contrastación de una teoría contra otras debe ser cognoscible, independientemente de los compromisos de cada uno respecto de las teorías en competencia (Sober, 2008a).

Cuando oyó la exposición de la hipótesis nebular de Laplace (una explicación newtoniana del origen del Sistema Solar), Napoleón se quedó desconcertado. "¿Dónde está Dios en su teoría?" preguntó, y se dice que Laplace contestó que él no necesitaba esa hipótesis. Muchos de los contemporáneos de Darwin se sorprenden de que no recurriera a la actividad directa de una deidad creadora para explicar la diversidad orgánica. Darwin podría haber dicho lo mismo que Laplace; de hecho, dijo lo mismo. Los ateos podrían querer recurrir a la navaja de Ockham en este punto y argumentar que estas teorías son evidencia en contra de la existencia de Dios, precisamente porque demuestran que la hipótesis divina no es necesaria en ciencia. Pero la inferencia desde "la ciencia puede explicar el fenómeno *X* sin invocar la existencia de un Dios" a "Dios no existe" es muy floja (Sober, 2010b). También es cierto que la ciencia puede explicar por qué el oro se funde a cierta temperatura sin postular la existencia de los dinosaurios, pero esto no es evidencia de que no hubiera dinosaurios. Debemos seguir el buen consejo de Monod: "Cualquier confusión entre las ideas *sugeridas* por la ciencia y la ciencia misma debe ser cuidadosamente evitada." Para algunos, la teoría newtoniana y la teoría darwinista *sugieren* que Dios no existe. Sin embargo, esto no es lo que estas teorías dicen; es una interpretación filosófica que requiere premisas adicionales. El monsieur Jourdain de Molière quedó sorprendido al enterarse de que había estado hablando en prosa durante tantos años. No deberíamos sorprendernos cuando al discutir sobre ciencia descubrimos que en realidad estamos haciendo filosofía.

Agradecimientos

Quiero dar las gracias a Glenn Branch, Joshua Filler, Gerald McKenna, David Miller, Bradley Monton, Ronald Numbers, Alvin Plantinga, Robert Russell y a William Stoeger, por sus enriquecedoras discusiones.

Bibliografía

Carnap, R. ([1950] 1956), "Empiricism, Semantics, and Ontology", *Revue Internationale de Philosophie,* núm. 4, Chicago, University of Chicago Press.
Clifford, W. K. ([1977] 1999), "The Ethics of Belief", *The Ethics of Belief and Other Essays*, Prometheus Books.
Darwin, C. (1859), *On the Origin of Species by Means of Natural Selection,* Londres, John Murray.
Diaconis, P. (1998), "A Place for Philosophy? The Rise of Modeling in Statistical Science", *Quarterly of Applied Mathematics,* núm. 56, pp. 797-805.
Draper, P. (2004), "God, Science, and Naturalism", en Wainwright, W. (ed.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Religion*, Oxford, Oxford University Press.

Gray, A. ([1888] 1963), "Natural Selection not Inconsistent with Natural Theology", *Darwiniana*, Cambridge, Harvard University Press.
Hempel, C. (1965), "Studies in the Logic of Confirmation", *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science,* Nueva York, Free Press.
Huxley, T. ([1866] 1893-1894), "On Improving Natural Knowledge", en Huxley, T., *Collected Essays*, vol. 1, Londres, Macmillan.
_____ ([1889] 1997), "Agnosticism", en Barr, A. (ed.), *The Major Prose of Thomas Henry Huxley*, Georgia, Athens, University of Georgia Press.
_____ (1892), *Essays upon Some Controverted Questions*, Londres, MacMillan.
Johnson, P. (1990), *Evolution as Dogma – the Establishment of Naturalism*, Dallas, Haughton Publishing Company.
Laudan, L. (1988), "The Demise of the Demarcation Problem", en Ruse, M. (ed.), *But is it Science? The Philosophical Question in the Creation/Evolution Controversy*, Buffalo, Prometheus Books.
Miller, K. (2007), *Finding Darwin's* God – *A Scientist's Search for Common Ground Between God and Evolution*, Nueva York, Harper Collins.
Numbers, R. (2003), "Science Without God – Natural Law and Christian Beliefs, An Essay on Methodological Naturalism", en Lindberg, D. y Numbers, R. (eds.), *When Science and Christianity Meet*, Chicago, University of Chicago Press.
Pennock, R. (1999), *Tower of Babel – The Evidence against the New Creationism,* Cambridge, MIT Press.
_____ (2009), "Can't Philosophers Tell the Difference between Science and Religion? Demarcation Revisited", en Pennock, R. y Ruse, M. (eds.), *But is it Science? The Philosophical Question in the Creation/Evolution Controversy,* Nueva York, Prometheus Books.
Plantinga, A. ([1996] 2001), "Methodological Naturalism?", en Van der Meer, J. (ed.), *Facets of Faith and Science*, vol. 1, Lanham, University Press of America.
_____ (1997), "Methodological Naturalism? Part 2", *Origins and Design 18,* núm. 2, disponible en http://www.arn.org/docs/odesign/od182/methnat182.htm.
Popper, K. (1959), *Logic of Scientific Discovery*, Londres, Hutchinson.
_____ (1977), "Replies to my Critics", en Schilpp, P. (ed.), *The Philosophy of Karl Popper* (The Library of living philosophers), Open Court Publishing Co., pp. 961-1200.
Quinn, P. (1984), "The Philosopher of Science as Expert Witness", en Cushing, J., Delaney, C. y Gutting, G. (eds.), *Science and Reality – Recent Work in the Philosophy of Science*, South Bend, Notre Dame University Press.
Reichenbach, H. (1938), *Experience and Prediction*, Chicago, University of Chicago Press.

Ruse, M. (1982), *Darwinism Defended,* Reading, Addison-Wesley.

Russell, R. (2008), *Cosmology from Alpha to Omega – The Creative Mutual Interaction of Theology and Science*, Fortress Press.

Sober, E. (2007), "What is Wrong with Intelligent Design?", *Quarterly Review of Biology,* núm. 82, pp. 3-8.

______ (2008a), "Empiricism", en Psillos, S. y Curd, M. (eds.), *The Routledge Companion to Philosophy of Science*, Londres, Routledge.

______ (2008b), *Evidence and Evolution – The Logic Behind the Science*, Cambridge, Cambridge University Press.

______ (2010a), "Evolution without Naturalism", en Kvanvig, J. (ed.), *Oxford Studies in Philosophy of Religion*, Oxford, Oxford University Press.

______ (2010b), "Parsimony Arguments in Science and Philosophy", *Proceedings and Addresses of the American Philosophical Association*, forthcoming.

Turner, F. (1974), *Between Science and Religion –The Reaction to Scientific Naturalism in Late Victorian England,* New Haven, Yale University Press.

Darwinismo posgenómico

John Dupré[1]

Introducción

Quizás sería preferible titular este artículo "genómica posdarwiniana". Un punto que quiero enfatizar aquí es que ya es tiempo de que desconectemos nuestras discusiones sobre evolución, de una cercana y nada sana relación con el nombre de Charles Darwin, quien, después de todo, escribió su obra más famosa hace 150 años, y las ciencias que avanzan rápidamente generalmente no se apoyan en trabajos de hace siglo y medio. Darwin no sabía nada de genética o genómica y, como haré notar, también han tenido lugar avances notables en microbiología, de los cuales él no podría haber sabido pero que afectan de manera fundamental nuestra comprensión de la evolución.

No tengo, por supuesto, ningún deseo de negar la grandeza de Darwin como científico. Es imposible leer sus extensos escritos científicos sin impactarse con el poder de su observación, la extensión enciclopédica de su conocimiento, y una habilidad impresionante para moverse de la observación detallada al gran arrastre de la teoría. Más aún, el hecho de que fue Darwin quien convenció al mundo científico de la existencia de la evolución, de la descendencia común de humanos y otras formas de vida, le otorga un lugar irrefutable en la historia de las ideas. Esta idea ha aportado una pieza funda-

[1] Traducción de Edna Suárez.

mental en la perspectiva naturalista del mundo que, si bien no es la creencia universal de la raza humana, sí se ha convertido paulatinamente en la perspectiva dominante entre sus minorías más educadas y reflexivas.

Ésta, sin embargo, no es sólo una perorata con un grado anómalo de deferencia a un distinguido e influyente científico muerto. Es más, creo que esta deferencia puede actuar como un obstáculo para el avance de la ciencia. En el caso más extremo –y aquí no podemos dejar de ver la irónica derrota de la biología en su debate con los creacionistas religiosos–, Darwin es visto en su papel de autoridad de las escrituras, y sus palabras se encuentran sujetas a un detallado análisis exegético, como si ésta fuera la mejor manera de entender el mundo biológico. A veces pareciera que Darwin, como Dios en la guerra, aparece en ambos lados de la mayoría de los grandes debates en biología. Pero una de las virtudes epistémicas de la ciencia es que busca constantemente revisarse a sí misma y avanzar su comprensión conforme se acumulan nuevas evidencias y enfoques. La excesiva deferencia o incluso reverencia hacia las autoridades del pasado es la antítesis de este compromiso epistémico.

Otros malos entendidos más sutiles y específicos tienen que ver con una excesiva reverencia a Darwin. A veces se olvida que mientras Darwin convenció rápidamente al mundo ilustrado de la verdad de la evolución, es decir, de la transformación de las distintas especies, después de la publicación de *El origen de las especies* la convicción por el proceso referido en su subtítulo, la selección natural, no se logró sino hasta bien entrado el siglo xx, mediante la síntesis de la selección natural darwiniana con la genética mendeliana. El objetivo real de este artículo no tiene tanto que ver con los puntos de vista de Darwin, sino con la perspectiva que surgió en ese momento con la “nueva síntesis”, y que ha evolucionado en lo que hoy se conoce como neodarwinismo. Hay la creencia popular de que Darwin tuvo toda la teoría correcta desde el inicio, hasta donde era posible para alguien que carecía de una comprensión de la genética y que la nueva síntesis llenó este hueco, y esta visión, con gran peso debido a la autoridad de Darwin, la que sugiero se está convirtiendo en un obstáculo para el avance de nuestra comprensión de la evolución y su habilidad para tomar en cuenta los avances muy notables del conocimiento biológico en las últimas décadas.

Neodarwinismo

Por “neodarwinismo” me refiero a la nueva síntesis, tal como fue modificada por el surgimiento de la genética molecular a partir de la década de 1950. De la nueva síntesis conserva, en adición a su compromiso central con la selección natural, la idea mendeliana de la herencia particulada, esto es, el concepto de que los genes se transmiten “completos” a la descendencia o no

se transmiten en absoluto, y el concepto de August Weismann de que hay una división tajante entre las células germinales, que llevan los genes transmitidos, y las células somáticas. El neodarwinismo puede ser definido, para los fines de este ensayo, en términos de dos tesis centrales y un corolario importante. La primera tesis es que la causa más abrumadoramente importante de la adaptación de los organismos a su ambiente o condiciones de vida es la selección natural. Éste es el corazón del darwinismo dentro del neodarwinismo. La segunda tesis es que la herencia, en cuanto es relevante para la evolución, es exclusivamente mediada por el ADN del núcleo. Esta tesis puede ser vista, si bien simplistamente, como una mezcla de Mendel y Weismann, a través de los lentes de Crick y Watson.

El corolario, que se deriva sobre todo de la vertiente weismanniana de la segunda tesis, es el rechazo del lamarckismo que, en este contexto, quizás tiene menos que ver con las opiniones reales de Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, Chevalier de Lamarck, de lo que la comprensión contemporánea del darwinismo tiene que ver con las ideas originales de Charles Darwin. Hoy en día, el lamarckismo ha venido a significar la herencia, o la transmisión a los descendientes, de las características somáticas adquiridas durante el ciclo de vida de un organismo, y esto se ha convertido en el último tabú de la teoría darwiniana. La significancia de este tabú es que presenta una poderosa restricción en las variaciones que pueden ser el objeto de la selección natural, las diferencias entre aquello que es seleccionado por la naturaleza. Estas diferencias se asume que son, o consecuencias causales directas de, o cambios azarosamente generados en los genes o genoma de un organismo.

Enseguida describiré algunos desarrollos recientes de la biología que muestran que el neodarwinismo, si bien no es enteramente obsoleto, se encuentra severamente limitado en su capacidad de dar cuenta de un amplio rango de procesos evolutivos. Mi sugerencia es que la asociación con un héroe muerto hace mucho tiempo puede enviar el mensaje de que en lo general los problemas evolutivos ya fueron resueltos y que sólo los detalles, probablemente los de la historia evolutiva, necesitan ser abordados. En especial en Estados Unidos este mensaje a veces es promovido explícitamente para enfrentarse a las poderosas voces del creacionismo que se oponen a la idea misma de la evolución. Como ya sugerí, esa respuesta seguramente es contraproducente. Deberíamos celebrar el hecho de que la exploración de la evolución es un excitante proyecto científico y que, lejos de estar completo, apenas se encuentra en sus etapas iniciales. Quienes insisten en tener la "verdad" completa, sea que tengan o no buenas razones, se encuentran tal vez más cerca de los fundamentalistas religiosos a quienes se oponen de lo que quisieran creer. En cualquier caso, lo que haré en la parte central de este ensayo es enfocarme en áreas de la investigación biológica que están alterando radicalmente nuestra visión de la evolución y cuestionando la ortodoxia

neodarwiniana. Como debe ser claro a estas alturas, yo interpreto esto como un ejemplo de la emoción y el dinamismo de la ciencia evolutiva, no de su vulnerabilidad.

Darwinismo revisionista I: el árbol de la vida

El primer tópico que quiero abordar que nos indicará la fragilidad de la ortodoxia neodarwiniana es el concepto del árbol de la vida debido a que éste es la representación neodarwiniana estándar de las relaciones entre los organismos. Como buen árbol, constantemente se ramifica y las ramas siempre divergen, nunca se fusionan. Las especies se representan como pequeñas ramitas, y las más largas representan grupos más grandes de organismos. Siguiendo a las ramas hacia abajo, hacia el tronco del árbol, es posible en principio pasar por todos los ancestros de un grupo de organismos hasta los primeros inicios de la vida en la base del árbol. La impresión de Darwin acerca de esta estructura evolutiva divergente frecuentemente se ilustra con una imagen de los *notebooks* que parece representar una estructura ramificada divergente, acompañada, para deleite de los comentaristas filosóficos, por la leyenda "Yo pienso" (*I think*). Más significativamente aún, sin embargo, es la única ilustración en *El origen de las especies* que representa la formación de nuevas especies mediante la divergencia de las variedades de una especie, con un diagrama ramificado. Esta ilustración se presenta después del capítulo que habla de los beneficios de la divergencia por analogía con la división del trabajo.

Pero esta imagen del árbol de la vida ha quedado por lo menos parcialmente obsoleta con los desarrollos recientes, especialmente en microbiología, donde la llamada transferencia genética lateral (LGT, por sus siglas en inglés), esto es, la transmisión de material genético no proveniente de los ancestros, sino a veces de organismos muy distantes de ramas muy lejanas del árbol de la vida, es común. Una razón de la importancia de este fenómeno es que amenaza con socavar el patrón de explicación de características de los organismos que es universalmente mandatado por la estructura ramificada y divergente del árbol. El neodarwinismo, se recordará, atribuye la adaptación de los organismos a la selección natural, que actúa sobre las variaciones del material genético. Estas variaciones se generan de manera endógena y se transmiten dentro de los estrechos confines de la especie, entendida como grupos de organismos que comparten el acceso a la misma poza génica. Si introducimos esta idea dentro del marco más amplio del árbol de la vida, podemos ver que las explicaciones para todas las características de un organismo deben buscarse en la secuencia de ancestros que se traza a lo largo de todas las ramas del árbol, y en el proceso evolutivo, es decir la selección natural, al cual estos ancestros han estado sujetos. La explicación de las ca-

racterísticas de un organismo por transferencia genética horizontal, por el otro lado, no pone límites en principio acerca de en dónde, en la historia de vida de un aspecto particular de un linaje, se pueda haber originado. Esto es inmediatamente obvio cuando notamos que si la transferencia genética lateral es común, la estructura general de relaciones entre los organismos no tomará la forma de un árbol, sino de una red o un tejido. Y en una red, a diferencia de un árbol, hay muchos caminos de un punto a otro.

La transferencia genética horizontal ha sido ampliamente reconocida como un fenómeno endémico dentro de las formas de vida microbianas (Doolittle, 1999). Los microbios transfieren pedacitos de ADN de uno a otro por un proceso en ocasiones ligado al sexo llamado *conjugación*, en el que por medio de un puente la unidad genética es insertada por una célula en otra célula; por *transformación*, que es la absorción de ADN libre del ambiente; y por *transducción*, en el cual la transferencia es mediada por un virus. Estos procesos pueden resultar en transferencias genéticas entre los organismos más distantemente relacionados, incluso entre organismos de dominios diferentes, la clasificación tripartita que hoy en día se considera la división más fundamental entre los organismos vivos.[2] Esto, en resumen, elimina la presuposición de que las exigencias evolutivas de los ancestros de linaje expliquen las características de sus descendientes vivos. La transferencia genética lateral permite que haya características que provengan, más o menos, de cualquier lugar de la biósfera.

Cuestionar el árbol de la vida, sin embargo, sigue siendo un asunto controvertido.[3] Aunque muchos microbiólogos han aceptado que no hay un árbol único para los microbios, algunos aún se resisten a esta conclusión, e insisten en que hay un genoma esencial o fundamental, resistente a la transferencia genética lateral, en términos de los cuales puede reconstruirse un

---

[2] Estos tres dominios, probablemente no muy familiares para el público general, son Bacteria, Archaea y Eukarya. La mayoría de la gente probablemente está más familiarizada con la clasificación ya superada de los cinco reinos: Animalia, Plantae, Fungi, Protista y Monera. En realidad los primeros cuatro grupos ahora se entienden como perteneciendo a uno solo de los dominios fundamentales actuales, los Eukarya. El otro reino, Monera, se encuentra ahora dividido en dos dominios, Archaea y Bacteria (y algunos otros organismos misceláneos ahora vistos como Eukarya). Evidentemente, este cambio refleja una percepción más vasta de la diversidad de los microbios, que incluyen a los dos dominios anteriores, así como a los Protistas y a muchos de los Fungi (levaduras). Como enfatizaré más adelante, la vida microbiana es la forma de vida dominante sobre la Tierra en términos de su antigüedad, su diversidad e incluso su masa.

[3] Una razón de ello, a la que ya aludí brevemente, es que especialmente en Estados Unidos cualquier disentimiento respecto a la ortodoxia darwiniana puede ser visto como algo que provee munición a los creacionistas. Ocasionalmente, he tenido el gusto de encontrar mi trabajo citado con aprobación por los sitios de Internet creacionistas. Sin embargo, como también lo hice notar arriba, el que la ciencia insista en la ortodoxia, como defensa contra el fundamentalismo teológico, puede resultar exclusivamente en una victoria pírrica.

árbol microbiano filogenético (Lawrence y Hendrickson, 2005; pero véase Charlebois y Doolitle, 2004). Sin embargo, esta postura enfrenta serios problemas. Primero nos podríamos preguntar, incluso si la afirmación puede ser sostenida con cierto sentido, si la idea del árbol basado en el genoma esencial es útil; o, en otras palabras, ¿para qué es el árbol de la vida? Si, como yo he sugerido, su función es apuntalar las explicaciones evolutivas de las características de los organismos, entonces entre más prevalezca la transferencia genética horizontal, menos servirá ningún árbol para este fin. Esto es aún más serio si los genes que forman el núcleo constante, inevitablemente serán aquellos con funciones fundamentales y por lo tanto, sustancialmente invariables a lo largo de un amplio rango de organismos. Por esta razón serán, precisamente, los menos útiles para rastrear diferencias entre los organismos. Esto naturalmente lleva a la cuestión de por qué rastrear la filogenia utilizando estos genes y no otros. Debido a la transferencia genética horizontal no todos los árboles coincidirán. Y puede ser que diferentes árboles de genes sean útiles para responder preguntas diferentes. Tal vez los defensores del genoma esencial tienen en mente que lo que ellos deberían intentar es construir el árbol celular, esto es, el árbol que rastrea la secuencia de divisiones (verticales) celulares hasta el inicio de la vida celular. El problema entonces es que esto parece justo asumir lo que está a discusión, o sea que la herencia vertical es lo que realmente importa. Si esta posición se mantiene, independientemente de qué tanto se modifiquen los contenidos de las células debido a otros procesos interactivos no verticales, uno podría preguntarse, en última instancia, si de lo que se trata es de mantener algo más que un fetichismo de la membrana celular.

Los biólogos de eucariontes[4] generalmente confían más en el árbol de la vida, y por buenas razones.[5] La transferencia genética lateral parece ser mucho menos común entre los eucariontes, y existen pocas dudas de que el rastreo de relaciones ancestrales verticales sea una manera útil y poderosa de clasificar a estos organismos.[6] Incluso aquí, sin embargo, existen razones para ser cautos. Para empezar, la hibridación parece ser mucho más común de lo que se pensaba (Mallet, 2008). Pero tal vez más importante aún, la transferencia de elementos genéticos por virus ciertamente continúa en los

[4] Los eucariontes, recuérdese, son los animales, plantas y hongos, así como una colección diversa y miscelánea de microbios. Se distinguen por tener una estructura celular más compleja que incluye un compartimento distinguible, el núcleo, que hospeda al material genético.

[5] Pero como cualificación importante debe notarse que no existe consenso acerca del origen de los eucariontes.

[6] Nótese que la tendencia a la transferencia genética horizontal, o los mecanismos que la previenen, son características que evolucionaron contingentemente en clases particulares de organismos, así que no hay razón por la que su prevalencia en los microbios implique algo acerca de los eucariontes multicelulares.

eucariontes y bien puede ser que sea un factor importante de la evolución. Por ejemplo, aproximadamente la mitad del genoma humano parece haberse originado en transferencias virales. Mucho de este material, es cierto, consiste de secuencias altamente repetitivas que no parecen ser funcionalmente significativas. Cuando la idea del "ADN basura" estaba de moda, éstos eran los principales candidatos para la basura. Sin embargo, ahora parece que al menos 70% de este genoma es transcrito a ARN, y la investigación en torno al papel de varios tipos de fragmentos de ARN en la regulación del genoma es uno de los campos de mayor crecimiento en la biología molecular. Sería prematuro asumir que las secuencias de origen viral puedan no jugar papeles cruciales en esos sistemas reguladores. Y finalmente, hay ejemplos de características funcionales significativas de las células que parecen involucrar secuencias codificadoras de proteínas de origen viral. El mejor ejemplo aquí es la evolución de los mamíferos placentarios. El tejido que provee la barrera entre la circulación fetal y la materna, el sincicio, se cree que es codificado por genes de origen viral (Mallet *et al.*, 2004). Seguramente debe haber otros casos igualmente significativos. En cualquier caso, es claro que incluso entre los eucariontes la transferencia genética lateral juega algún papel en explicar las características actuales de los organismos. El árbol siempre ramificado, nunca fusionado, de la filogenia tradicional, no es suficiente.

Darwinismo revisitado 2: evolución por fusión

La transferencia genética lateral puede ser vista bajo una luz diferente, como ejemplo de algo más amplio, a la evolución por fusión. Esto nos lleva a uno de los argumentos más generales que quiero hacer en torno a las limitaciones del neodarwinismo. La primera tesis mencionada, el impresionante énfasis que se pone en la selección natural, ha motivado a los evolucionistas neodarwinianos a pensar mucho acerca de la competencia, pero muy poco en torno a la cooperación. De hecho, esta última aparece principalmente como parte de un problema, el "problema del altruismo", que consiste en entender por qué, en un mundo "darwiniano" en el que los sobrevivientes solamente son los competidores más rudos e interesados en sí mismos, algunos organismos son, de hecho, buenos con otros. Pero visto desde una perspectiva algo distinta, la vida es una empresa masivamente cooperativa y el "altruismo" difícilmente debería sorprendernos. Los elementos en una célula, o las células en un organismo multicelular, obviamente deben trabajar de una manera altamente coordinada, y subordinar sus propios "intereses" a los del todo al que pertenecen. Se objetará que en este caso se trata de cooperación dentro de un organismo, no entre organismos, y por lo tanto no es un problema. Pero esta respuesta asume que sabemos exactamente qué constituye un or-

ganismo y lo que es meramente parte de un organismo, un supuesto que –como sugeriré– es altamente problemático.

Sin duda es poco controvertido darse cuenta de que la selección natural con frecuencia escogerá a aquellos que mejor cooperan con los organismos con los cuales interactúan. Ésta es tan solo una manera de adaptarse al ambiente, cuya parte más sobresaliente son los otros organismos que lo habitan. Sin embargo, quiero ir un paso más allá y sugerir que la integración o fusión con otros organismos (o entidades biológicas suborganísmicas) es un proceso central por el cual evolucionan los organismos. Dicho proceso ha sido llamado *endosimbiosis* y generalmente se asocia con las ideas de Lynn Margulis (1970) sobre los orígenes de la célula eucarionte.[7] Hoy en día, se reconoce universalmente que la mitocondria que provee la fuente de energía para todas las células eucariontes, y los cloroplastos que efectúan la fotosíntesis en plantas, fueron ambos organismos de vida libre, pero ahora se reproducen de manera más o menos independiente, pero son constituyentes totalmente dependientes de células más grandes. Aunque los detalles son mucho más controversiales, muchos autores también creen que gran parte de la célula eucarionte misma deriva de una fusión entre dos procariontes, tal vez una bacteria y un archaeon.

Los ejemplos mencionados son muestra de una *endosimbiosis* totalmente obligada: las mitocondrias son partes de las células eucariontes y ya no se cuestiona por qué están actuando altruistamente en favor de la célula que las contiene, como no se cuestiona por qué mi hígado actúa altruistamente hacia mí. Sin embargo, es importante darse cuenta que la endosimbiosis es algo que puede evolucionar en un largo periodo de tiempo, y mientras tanto puede consistir en un rango de grados de interdependencia que van de la cooperación condicional y recíproca a la endosimbiosis completa. Hay, por ejemplo, casos bien estudiados de grados variantes de endosimbiosis entre insectos y bacterias *Buchnera aphidicola*, una endosimbionte de áfidos que ha estado asociada con sus hospederos por más de 200 millones de años y ha perdido su habilidad para llevar a cabo funciones metabólicas por sí misma. A *Wolbachia*, por otro lado, un género de bacteria asociada con un rango muy amplio de especies de artrópodos, incluyendo tal vez la mitad de todas las especies de insectos, se le clasifica frecuentemente como un parásito. Las *Wolbachia* son particularmente interesantes por su habilidad para controlar el comportamiento reproductivo de sus hospederos. Algunas pueden matar o feminizar a los machos, o inducir partenogénesis. También pueden inducir incompatibilidad reproductiva entre insectos infectados con diferentes cepas de *Wolbachia*, lo cual posiblemente juega un papel fundamental en la especiación.

---

[7] Margulis y Sagan (2002) presentan un argumento más amplio sobre la importancia evolutiva de lo que yo llamo evolución por fusión.

Generalmente se supone que la manipulación de *Wolbachia* de la reproducción de sus hospederos contribuye a sus propios intereses, más que a los intereses reproductivos del hospedero. Sin embargo, conforme algunos hospederos parecen incapaces de reproducirse sin la asistencia de *Wolbachia*, y conforme las *Wolbachia* son obligatoriamente simbiontes, no siempre resulta claro cómo se pueden separar sus intereses. Las *Wolbachia* están involucradas en transferencias de ADN entre especies de insectos, lo cual hace preguntarse acerca de la diferenciación genética de las especies de insectos (Whitworth *et al.,* 2007), y se ha encontrado un genoma completo de *Wolbachia* embebido dentro de un genoma de *Drosophila* (Dunning *et al.,* 2007). También se ha encontrado que las *Wolbachia* pueden reducir la vulnerabilidad de sus hospederos a las infecciones virales (Teixeira *et al.,* 2008). Sería difícil asignar la relación de costos y beneficios de las partes involucradas en estas asociaciones íntimas, pero parece probable que este balance variará de caso en caso, y que en algunos de ellos la relación se habrá movido al mutualismo total o incluso a la simbiosis.

Una razón por la cual he dedicado un poco de tiempo a este ejemplo es que comienza a introducir una cuestión fundamental, esto es, cómo delimitamos los límites de un organismo. Nadie duda que las mitocondrias son organelos de los organismos en los cuales se encuentran, mientras que, en lo general, todo el mundo interpreta a las *Wolbachia* y a sus hospederos insectos como organismos distintos. Pero, ¿cuál es la base para que se les trate de manera diferente? Se recordará que las discusiones en torno al altruismo tienden a asumir que esta cuestión es irrelevante. Si, como habré de sugerir, se trata de una cuestión completamente indeterminada, que se decide tanto por nuestros intereses como investigadores como por lo que encontramos de la naturaleza, entonces será claramente necesario repensar la cuestión del altruismo o, más ampliamente, la cooperación y la competencia.

¿Qué es un organismo?[8]

Aunque por muchos años los filósofos han cuestionado algunos de los conceptos centrales de la biología, como el concepto de especie, o más recientemente el de gene, no han visto demasiadas razones como para preocuparse por el concepto de organismo. De acuerdo con la perspectiva ortodoxa, hay dos tipos de organismos, unicelulares y multicelulares o (como he sugerido en otro lugar) (O'Malley y Dupré, 2007), llamarlos macrobios.[9] En el primer

[8] Esta sección resume el trabajo presentado en varios artículos recientes, incluyendo O'Malley y Dupré (2007) y Dupré y O'Malley (2007, en prensa).

[9] Es extraño que tengamos que tener un término que cubra a la vasta mayoría de los organismos que alguna vez han existido, pero que no tengamos uno para esta pequeña minoría a la cual el término no se aplica. "Macrobio" parece el candidato obvio para llenar este hueco,

caso la célula es el organismo; en el segundo caso todas las células que derivan de un huevo fertilizado, o cigoto, constituyen el organismo. Podríamos resumir esta perspectiva diciendo "un organismo, un genoma". Este concepto del organismo puede verse como el reflejo a un macronivel del árbol de la vida macroscópico: tanto dentro como entre organismos, encontramos una ramificación ordenada y siempre divergente. Pero quizás también quisiéramos aproximarnos a la pregunta de qué constituye un organismo desde una perspectiva funcional: ¿cuáles son los sistemas de células que interactúan con el ambiente circundante como todos organizados y generalmente cooperativos? Desde este punto de partida deberíamos notar que los microbios no funcionan típicamente como individuos aislados, sino más bien en asociaciones complejas frecuentemente compuestas de muy diversos tipos de individuos. Típico de estas asociaciones son los biofilms, las cubiertas generalmente resbalosas que se desarrollan prácticamente sobre cualquier superficie húmeda. Considérese, por ejemplo, una clase bien estudiada de biofilms, aquellas que se desarrollan sobre la superficie de nuestros dientes y que conocemos como placa dental. Se han encontrado más de 500 diferentes taxa de bacterias viviendo en la boca humana (Kolenbrander, 2000) y, de acuerdo con una autoridad en la materia, "las bacterias orales de la placa no existen como entidades independientes, sino que funcionan como una comunidad microbiana coordinada, espacialmente organizada y metabólicamente integrada, cuyas propiedades son mayores que la suma de sus especies componentes" (Marsh, 2004). ¿Por qué no consideraríamos que esta comunidad, el todo funcional organizado, constituya un organismo?

Si concedemos que los biofilms constituyen un tipo de organismo multicelular, entonces el argumento también se resuelve en cuanto a los organismos multicelulares monogenómicos se refiere. Para todos esos todos multicelulares se sabe que existen en relaciones simbiontes con comunidades a veces enormes y diversas de microbios. En el cuerpo humano, por ejemplo, se estima que 90% del total del número de células es en realidad microbiana (Savage, 1977), que viven principalmente en nuestras vísceras, pero también en la superficie de la piel y en todos los orificios corporales. Estos microbios contienen tal vez 100 veces el número de genes que encontramos en el más tradicional genoma humano (Xu y Gordon, 2003), lo que ha llevado a que los National Institutes of Health de Estados Unidos lancen el Proyecto Microbioma Humano (Human Microbiome Project) que explorará este 99% perdido del genoma humano total. La importancia que se le ha concedido a este proyecto refleja una creciente conciencia de que estos microbios simbiontes ejercen una influencia fundamental sobre la salud humana. Se sabe

y llenarlo debería ayudar a eliminar la ilusión de que los microbios son las formas biológicas excepcionales o inusuales.

que están involucrados en los procesos digestivos, y se tiene la hipótesis de que tienen un papel significativo en las causas de la obesidad. En el caso de organismos modelo se ha demostrado que los simbiontes microbianos son necesarios para el desarrollo fisiológico normal (Bates *et al.*, 2006), y que están involucrados en la maduración del sistema inmune (Umesaki y Setoyama, 2000).[10] Tenemos todas las razones para esperar hallazgos similares en el caso de los humanos.

Por lo tanto, propongo que el organismo típico es una colección de células de diferentes tipos organizadas cooperativamente para mantener su estructura y reproducir estructuras similares. Como lo hemos puesto Maureen O'Maley y yo (en prensa), un organismo es una comunidad metabólicamente integrada de segmentos de linajes. Esta concepción inmediatamente le sorprenderá al evolucionista, ya que distingue conceptualmente al organismo (el todo funcional) de la entidad que evoluciona (la parte de un linaje). Pero éste, por supuesto, es el punto central. La asimilación de estos conceptos oscurece la realidad empírica de que la evolución requiere tanto de los linajes reproductivos (directamente) como del ensamble de organismos a partir de los componentes de estos linajes, y que estos son, en principio, procesos bastante independientes. Mientras que la mayoría de estos segmentos de linajes tendrán escasa oportunidad de reproducirse, excepto si son capaces de formar parte de comunidades apropiadas, esto es, sin embargo, una cuestión contingente.[11] Una consecuencia de esta propuesta es qué es un organismo, y la cuestión de si algo es parte de un organismo o no, no son cuestiones que necesariamente admiten respuestas definitivas. Si un grupo de microbios es una comunidad ecológica conectada o un organismo puede ser cuestión de juicio biológico. El punto importante es que ella, o la mayoría de ella, compartirá un destino evolutivo. Si sus células constituyentes mandan descendientes afuera, para participar en nuevos biofilms, será porque la biofilm parental está floreciendo. Lo que he estado llamando organismos son unidades de selección, objetos entre los cuales la selección natural selecciona.

De nuevo la cooperación

Me puedo imaginar a un lector frustrado quejándose de que todavía me tengo que referir al tipo de cooperación que tiene interés real para la biología evolutiva: la cooperación entre miembros de la misma especie (coespecíficos).

[10] Para un recuento general de este tema véase McFall-Ngai (2002).

[11] Esta propuesta se encuentra bastante dentro del espíritu de la Teoría de los sistemas de desarrollo (Oyama, 2000; Oyama, Griffiths y Gray, 2001), aunque los teóricos de los sistemas de desarrollo han puesto muy escasa atención, hasta ahora, al lugar de los microbios simbiontes en los sistemas de desarrollo.

La cooperación con otros organismos es solamente adaptación al ambiente, de la cual ellos forman parte. Algunos de ellos serán comidos, la mayoría serán ignorados, otros serán más útiles como colaboradores, y así sucesivamente. Los coespecíficos, por otra parte, son siempre competidores en la representación de sus descendientes en las generaciones subsiguientes. Así que déjenme decir algo al respecto.

La perspectiva neodarwiniana ortodoxa es que la única circunstancia que genera la cooperación entre coespecíficos es la selección por parentesco (*kin selection*). Aquí ya es hora de distinguir entre grados de cooperación. Si dos leones pueden matar una bestia que ninguno de los dos puede matar solo, y si ésta proveerá suficiente comida para ambos, harán bien en cooperar. Los evolucionistas tienden a hablar de "altruismo" en un sentido técnico, de acuerdo con el cual un acto es altruista sólo si no confiere un beneficio al recipiente, sino que le genera un mayor costo al donador que si se hubiera abstenido de efectuarlo. Cualquier animal que actuara de esta manera perdería frente a la selección natural en la competencia con los que evitaran tales actos de bondad. La única excepción sería el caso donde el beneficiario está relacionado por parentesco, quizás los descendientes de uno mismo, como lo describe la teoría de la adecuación inclusiva. Aquí se dice que el principio fundamental es el desarrollado por la regla de Hamilton, $rB>C$. B es el beneficio para el recipiente, C el costo para el donador, y r el coeficiente de relación. Este coeficiente es de ½ para la descendencia, o para los hermanos en una especie sexual, y se piensa como la proporción de genes que dos organismos comparten por virtud de sus relaciones de descendencia.[12] Si $rB>C$, por ejemplo, si yo hago un sacrificio que aporta más del doble del beneficio a mi hijo, la evolución va a favorecer ese comportamiento. No quiero negar que se trate de una poderosa herramienta para analizar aspectos importantes del proceso evolutivo y de su potencial estabilidad o inestabilidad. Un ejemplo muy impresionante es su aplicación a las discusiones teóricas sobre la eusociabilidad, esto es, los vastos sistemas sociales, complejamente articulados, que son característicos de muchas hormigas, abejas (Hymenoptera) y termitas y, entre los mamíferos, la rata topo lampiña (*naked molerat*). Estos argumentos han mostrado que sólo bajo ciertas condiciones de estricta monogamia para una pareja exclusiva, es posible que un sistema social de estas características puede evolucionar. Investigaciones recientes (Hugues *et al.*, 2008) han confirmado que esa estricta monogamia de hecho era una condi-

[12] Ésta es una noción más engañosa de lo que se reconoce frecuentemente, como puede notarse cuando los autores dicen que compartimos 50% de nuestros genes con nuestros hermanos y 98% con los chimpancés. Es innecesario decir que lo que está en juego aquí son diferentes nociones de lo que significa en este contexto "los mismo genes" (Barnes y Dupré, 2008, pp. 98ff). Sin embargo, ello no debería presentar ninguna confusión en este texto.

ción ancestral en un gran número de especies estudiadas de Hymenoptera, lo cual apoya la teoría de la adecuación inclusiva.

Sin embargo, deseo hacer dos comentarios un tanto más escépticos al respecto. Primero, con frecuencia se dice que fuera de los estrechos confines del parentesco el altruismo será superado por la competencia con rivales menos altruistas. El supuesto de que tales rivales existen en ocasiones parece ser una cuestión de mero dogma. Considérese un ejemplo que parece contradecir la teoría de selección por parentesco, también del grupo de los Hymenoptera. La hormiga argentina (*Linepithema humile*), si bien es conocida por su agresividad intercolonial en su tierra nativa, ha sido conducida a tener relaciones no agresivas, cooperativas, en su relación con colonias de coespecíficos en un nuevo rango de áreas que ha colonizado en Europa, Norteamérica, Japón y Australia. Contrariamente a la especulación de que esto se debe a las relaciones genéticas entre los colonizadores recién llegados, se ha encontrado que las colonias –al menos en el caso europeo– son genéticamente diversas. Existe un debate considerable acerca de cómo explicar e incluso cómo describir este fenómeno, aunque una cosa en la que parece haber un amplio acuerdo es que a las hormigas parece irles bien fuera de ese arreglo agresivo. Como seres humanos también hemos descubierto que la guerra puede beneficiar a unos cuantos, pero es escasamente bueno para la especie. No sorprende que se haya especulado que el nuevo arreglo será inestable. Una colonia mutante agresiva tal vez haría bien en darle un buen golpe a sus amigables vecinas pero, incluso, si esto llegara a pasar, no significa que *tenga que* pasar. Quizás eventualmente el sistema se colapsará y tal vez esté destinado a ello en el muy largo plazo, pero parafraseando a Keynes, en el largo plazo todos estaremos extintos. La existencia de la cooperación entre no familiares es suficiente para mostrar que hay procesos evolutivos capaces de crearla. El proceso más discutido de ese proceso es por supuesto la selección de grupo, y si bien sigue siendo motivo de controversia, lo es menos hoy en día tras el trabajo de Sober y Wilson (1998). Incluso si se demuestra que hay circunstancias que minarán estos sistemas cooperativos, ello escasamente muestra que, después de todo, han llegado a existir. Es una cuestión contingente qué tanto persisten los sistemas más o menos cooperativos o incluso altruistas.

Esto me lleva convenientemente a mi segundo punto, el cual ha sido el objetivo central de mi artículo. Y es que los argumentos en torno a qué entidades puede esperarse que cooperen o compitan con otros presupone que sabemos quiénes son los individuos que están cooperando o compitiendo. La selección de grupos se piensa que es problemática porque se asume que los miembros del grupo son individuos reales, indisputables, robustos; mientras que se ve al grupo como una coalición frágil, un individuo abrumadoramente dudoso, pero lo que realmente sugiere es que no hay una distinción tajante entre el grupo de individuos más o menos cooperativos, por un lado, y el

individuo unificado autocontenido, por el otro. De hecho, muy bien puede ser el caso de que haya una tendencia de los primeros a evolucionar hacia los últimos, y que en el curso de este proceso los individuos actuarán crecientemente como partes subordinadas a un todo más grande. Presumiblemente algo como esto debe haber ocurrido en la evolución de la multicelularidad, y de hecho se piensa que ha ocurrido muchas veces (Buss, 1987).

Se juega aquí, incluso, una visión más amplia. La idea de que la vida está jerárquicamente estructurada es una idea vieja y obvia. Las moléculas componen células; las células hacen órganos y los órganos sistemas; los organismos están compuestos de órganos y cosas similares; y los organismos a su vez hacen unidades sociales o ecológicas más grandes. Ésta es una imagen útil para enfocar la mente indagadora cuando se estudian aspectos particulares del mundo biológico, pero puede ser tomada demasiado literalmente. Las células, los órganos e incluso los organismos están, en la naturaleza, embebidos en sistemas más grandes, y su existencia separada requiere ya sea un escalpelo o un proceso de abstracción. Dos puntos más refuerzan tanto el significado como la plausibilidad de esta observación. Primero, y así argumentaré, la comprensión completa de un sistema biológico a cualquiera de estos niveles intermedios es imposible si no se toma en cuenta tanto su composición a partir de componentes más pequeños, como las influencias que ejerce sobre él el sistema más grande del cual forma parte, si bien este es un argumento que va más allá de los límites del presente artículo (Powell y Dupré, 2009). La explicación causal va tanto de lo pequeño a lo grande, como de lo grande a lo pequeño. Segundo, debemos recordar que nuestra jerarquía de entidades es ya una abstracción de una jerarquía de procesos. Puede ser que muchas formas de razonamiento científico requieran descripciones de entidades como si ellas tuvieran un conjunto estático de propiedades definitivas de esas entidades. Pero la realidad, de la mejor manera en que la entendemos, es una serie de procesos anidados o incluidos en escalas de tiempo que van de los nanosegundos de las reacciones químicas intercelulares, hasta los cientos de millones de años de algunos procesos macro-evolutivos (Dupré, 2008). La ilusión de una jerarquía única de objetos, objetivamente distintos, es mucho menos convincente cuando se tiene en cuenta esta abstracción.

Lamarck Redux

Me dirijo ahora al tabú más estricto del neodarwinismo: el lamarckismo.[13] El lamarckismo aquí debe entenderse en un sentido aún menos histórico

[13] El único trabajo abiertamente lamarckiano que ha sido influyente es el de Jablonka y Lamb (1995), que revisa en detalle las implicaciones lamarckianas de la herencia epigenética que serán brevemente discutidas en la sección siguiente.

que el darwinismo, y tiene poco que ver con el gran naturalista francés. El tabú concierne a la herencia de las características adquiridas durante el ciclo de vida del organismo. De acuerdo con los neodarwinistas estrictos, sólo las mutaciones genéticas que ocurren en la línea germinal y la recombinación de los recursos genéticos que trae consigo la reproducción sexual proveen la materia prima sobre la cual actúa la selección. Curiosamente, sin embargo, aunque la mención del lamarckismo aún pueda hacer temblar a muchos biólogos evolutivos, casi nadie cree en la forma estricta del tabú. O así trataré de demostrar.

El tema con el que inicié, la transferencia genética lateral, es una cualificación reconocida de estricto antilamarckismo. Los genes transferidos lateralmente en el genoma de un organismo ciertamente son adquiridos, y ciertamente pueden ser heredados. La razón por la que el lamarckismo representa semejante riesgo profundo potencial para el darwinismo tradicional es que los caracteres somáticos adquiridos durante el ciclo de vida de un organismo pueden ser frecuentemente adaptativos, constituyendo la respuesta del organismo al ambiente. Un animal puede correr tan rápido como pueda para escapar a sus veloces predadores, o para perseguir a sus rápidas presas, por ejemplo, y al hacerlo puede desarrollar músculos más fuertes en las piernas. Pero la herencia de semejante característica adaptativa adquirida amenazaría al primer principio del neodarwinismo: el monopolio de la selección natural en la producción de la adaptación.[14] Aquí podría pensarse que la transferencia genética lateral representa una amenaza pequeña de este tipo. Quizás deberíamos verla como el equivalente a una mutación muy grande. Pero primero, existe un creciente consenso de que la transferencia genética lateral ha sido de fundamental importancia, al menos en la evolución microbiana. Boucher y sus colegas (2003) han revisado la evidencia de su papel en la "fotosíntesis, la respiración aerobia, la fijación del nitrógeno, la reducción de sulfatos, la metilotrofía, la biosíntesis de isoprenoides, la flatulencia (vesículas gaseosas), la termofilia y la halofilia". Más aún, en segundo lugar, un gran número de investigadores sugieren que la transferencia genética horizontal es de hecho frecuentemente una respuesta adaptativa al ambiente. De acuerdo con Pal y sus colegas (2005) "las redes bacterianas metabólicas evolucionan por una incorporación directa de reacciones periféricas en respuesta a los medios cambiantes". Y "la transferencia genética lateral provee al genoma bacteriano con un nuevo conjunto de genes que lo

[14] Un libro muy importante escrito por Mary Jane West Eberhard (2003) explora el cuerpo creciente de hallazgos en torno a las asombrosas maneras en que el desarrollo de los organismos responde a las circunstancias ambientales, y las implicaciones de esto para la evolución. West Eberhard se niega a llamar lamarckiana a ninguna de sus perspectivas, aunque ello posiblemente pueda deberse al temor de ser marginalizada.

ayudan a explorar y a adaptarse a nuevos nichos ecológicos" (Marri *et al.*, 2007). Nótese la similitud con el tipo de experiencias cooperativas que discutí antes en este artículo. Las células microbianas completas (o, de hecho, los sistemas celulares macrobianos) se adaptan a su ambiente reclutando, o siendo reclutados, por coaliciones de células cooperativas. Organismos más complejos pueden reclutar coespecíficos, o incluso miembros de otras especies, para formar colectivos sociales que incrementan su habilidad para lidiar con los retos ambientales. Y, finalmente, las células pueden algunas veces reclutar adaptativamente fragmentos genéticos útiles de sus ambientes. Todo ello muy lamarckiano.

Una respuesta a la cuestión de la transferencia genética horizontal puede ser disminuir la importancia de la evolución microbiana. Tal vez los microbios ¿son realmente pequeñas bestias insignificantes? Ante esta postura, sin embargo, es suficiente con responder que 80% de toda la historia evolutiva es exclusivamente acerca de la evolución de microbios, y que todos los macrobios conocidos son dependientes, para su existencia, de relaciones simbióticas con microbios. Como ya mencioné brevemente, la importancia de la transferencia genética horizontal en la evolución macrobiana es objeto de un activo debate. Pero de cualquier modo, un recuento de la evolución que no se aplica a los microbios es un recuento que ignora la manifestación abrumadoramente dominante de la vida sobre la Tierra.

Variedades de la herencia

Los aspectos lamarckianos del tema que apenas consideramos al menos no violan la idea de que la vasta mayoría de la herencia se transmite a través del genoma nuclear. La transferencia genética horizontal podrá ser muy importante en la evolución, pero es muy rara en comparación con el pasaje rutinario de material genético de los padres a su prole. Sin embargo, hay otras razones para reconocer que la restricción neodarwinista de la herencia a la transmisión del genoma nuclear nos aporta una visión profundamente empobrecida.[15] La forma de herencia más ampliamente discutida y excluida es la herencia cultural. Mucha de esta discusión es directamente relevante para la evolución humana (Boyd y Richerson, 2005). Aunque este trabajo es muy importante en muchos sentidos, incluyendo el de mostrar la inadecuación de los tratamientos neodarwinianos de la evolución humana ofrecidos

[15] Aquí es útil recordar que los sistemas hereditarios de cualquier tipo son resultado de la evolución. Tal vez algún tipo muy primitivo de herencia debe haber emergido en los inicios de la evolución, pero cualquiera de los sistemas genéticos que existen hoy en día fueron ciertamente producto de la evolución y no su prerrequisito, como lo sugieren en ocasiones algunas presentaciones del neodarwinismo. Bajo esta luz es poco sorprendente que hayan aparecido varios de estos sistemas.

por los psicólogos evolutivos, en el presente ensayo no habré de discutir los problemas especiales de la evolución humana. Todavía hay un caluroso debate acerca de si dicha evolución presenta aspectos únicos, y un solo aspecto de la evolución humana ha sido discutido y debatido por numerosos autores, incluido yo mismo (Dupré, 2001). En este ensayo eludiré esos aspectos.

Anteriormente mencioné someramente la perspectiva de la Teoría de los sistemas de desarrollo (DST). La DST abandona el enfoque miope sobre el genoma nuclear que es típico de buena parte del neodarwinismo, y mira hacia el ciclo entero de eventos a través de los cuales se reproduce un organismo. La unidad fundamental de análisis es el ciclo de vida del organismo, y dada esta unidad de análisis debería ser claro, a partir de la discusión anterior, que el concepto de organismo, que es un requisito, es que se defendió antes: multigenómico y multilinaje. Desde la perspectiva de la DST una gran cantidad de trabajo en torno a la transmisión cultural del comportamiento puede caber por completo dentro de un marco evolutivo. Algunos ejemplos seleccionados bastante arbitrariamente son el aprendizaje de los llamados de las ranas por murciélagos (Page y Ryan, 2006), el uso de esponjas en la exploración por delfines nariz de botella (Krutzen *et al*., 2005), o tal vez el ejemplo mejor estudiado, la transmisión de canciones por las aves canoras (Slater, 1986). El proceso de aprender comportamientos por parte de individuos inmaduros, y el comportamiento de los individuos maduros involucrados en el apareamiento y la crianza de la prole, claramente son partes cruciales del ciclo de desarrollo, y potencialmente de aspectos evolutivos del ciclo de vida.

Menos familiar, pero tal vez más importante, es el hecho de que lejos de la idea a veces sugerida en las popularizaciones del neodarwinismo (Dawkins, 1976) en el sentido de que el genoma es la única cosa materialmente significativa que se transmite en la reproducción, la contribución material mínima en cualquier forma de reproducción es la célula materna completa. Éste es un objeto extremadamente complejo con una gran cantidad de estructura externa y una apabullante variedad de constituyentes químicos. Para los organismos asexuales (que son la mayoría) parece perverso pensar en cualquier otra cosa además de la célula como unidad básica de la herencia. Para los organismos sexuales el asunto es más complicado porque cada individuo inicia su vida con una nueva herencia, generalmente sin precedente, al menos genéticamente hablando. Pero por supuesto que existe un vasto número de otros materiales que son transmitidos con la célula materna (y unos pocos, incluso, con el esperma paterno) que forman una buena parte del sistema (heredado) de desarrollo.

A veces se supone que todo el material que no es ADN transmitido durante la reproducción no es importante, porque es el ADN el que aporta las diferencias heredables sobre las que puede actuar la selección natural. Pero ésta parece una aseveración dogmática más que algo de lo que tengamos evi-

dencia empírica. Por qué, por ejemplo, ¿no podrían heredarse los cambios químicos en la membrana celular durante el proceso de la división celular? Pero no necesitamos especular. Existe un campo de investigación biológica en rápido desarrollo, la epigenética, la cual puede ser vista como la respuesta a una cuestión fundamental que desde la perspectiva radicalmente centrada en el ADN parece misteriosa: ¿por qué células diferentes con el mismo genoma hacen cosas diferentes? ¿Por qué mis células del hígado difieren tan radicalmente de mis células cerebrales, por ejemplo? Algo central en la investigación epigenética es la comprensión de cómo otras sustancias químicas en la célula actúan en el genoma para determinar qué partes de él se expresan (esto es, se transcriben a ARN y –a veces– se traducen en una proteína).

La epigenética es importante porque rompe con el llamado dogma central de la genética molecular, que dice que la causalidad y por tanto la información viaja sólo en una dirección, del ADN al ARN y a la proteína.[16] La epigenética puede ser descrita, con una pequeña hipérbola, como el estudio de la falsedad del dogma central. Pero de manera secundaria y consecuente, revela el potencial diverso de la herencia a nivel molecular. En primer lugar, una vez que se ve que la célula circundante actúa sobre el genoma, y no solamente en la dirección contraria, es claro que la transmisión intergeneracional de cualquier parte del sistema celular puede incorporar herencia significativa. En segundo lugar, una de las formas cruciales en que la epigenética afecta al ADN ocurre a través de modificaciones a la estructura de la cadena de ADN. El caso mejor estudiado de esto es la metilación, en la cual un grupo metilo se adhiere a una de las bases, la citosina, comprendida en la secuencia del ADN. Esto ha tenido el efecto de inhibir la transcripción de la secuencia de la cual forma parte la molécula de citosina metilada. Es una posibilidad obvia que estas modificaciones podrían ser heredadas. La afirmación de que, de hecho, son heredables, ha causado mucha controversia, en parte porque se ha entendido que el proceso de metilación tuvo lugar durante la *meiosis*, la formación de células sexuales. Si esta metilación fuera total, entonces los cambios epigenéticos no serían transmitidos. Recientemente se ha vuelto ampliamente aceptado que la desmetilación no es completa, y por tanto la metilación es hasta cierto punto heredada (Chong y Whitelaw, 2004). Ésta ha sido una controversia particularmente dura, y es imposible evitar la sospecha de que ello se debe en buena parte a que si los patrones de

[16] En su formulación original por Francis Crick, el dogma central se refería solamente a la información de la secuencia de bases o de aminoácidos en las macromoléculas. Aunque actualmente ya no es una postura que pueda defenderse, en vista de fenómenos como la partición alternativa (*alternative splicing*), la expresión se usa hoy en día de manera más amplia, y en la presente discusión yo adopto ese uso amplio. Es también plausible que Crick haya utilizado el término “dogma” con cierto grado de ironía, algo que curiosamente se ha disipado en algunas referencias contemporáneas.

metilación, algo que puede ser adquirido durante el ciclo de vida del organismo, son heredados, eso hará surgir la posibilidad de violar el tabú contra la herencia lamarckiana.

Es muy interesante notar que los cambios epigenéticos pueden también ser heredados, incluso cuando se haya probado que estos cambios fueron enteramente borrados durante la meiosis. Esto se debe a que cuando son inducidos por influencias externas, ambientales, también pueden contribuir a la producción de esas mismas influencias. El ejemplo clásico de esta posibilidad deriva de una serie de experimentos de cuidado maternal en ratas, llevados a cabo por Michael Meaney y sus colegas. Acicalar, y en particular el lamido de las ratas madres, parece ser muy importante para el desarrollo de los cachorros de ratas, y las ratas que no reciben suficiente cuidado maternal generalmente crecen siendo miedosas y, más significativamente, menos dispuestas a proveer cuidado maternal de alta calidad a sus propias crías (Weaver *et al.*, 2004; Meaney *et al.*, 2007). Se ha demostrado que estos efectos son mediados por el acicalamiento materno que causa cambios en la metilación dentro de las células del cerebro, que a su vez afectan la producción de neurotransmisores. Así, el carácter de cuidado maternal de alta calidad parece transmitirse a través de la inducción de patrones de metilación en las ratas hembras juveniles a través de la exposición de ese cuidado maternal. Esto también puede verse como un cambio adaptativo y heredable epigenético: en un ambiente de estrés y peligro es mejor ser miedoso (incluso el paranoide puede tener razón) y puede ser muy riesgoso dedicar más del mínimo esfuerzo al cuidado de las crías. Por supuesto es posible, y en un alto grado, que este mecanismo modestamente lamarckiano sea una adaptación adquirida por medios darwinianos. Como mencioné antes, los mecanismos de la herencia se encuentran entre las características interesantes de los organismos que pueden evolucionar.

Conclusiones

Concluyo en buena medida como comencé. Sin dejar de respetar en absoluto a Darwin, los avances de la biología en las últimas décadas han alterado la manera en que podemos y deberíamos pensar sobre la evolución. Tal parece que los procesos evolutivos pueden ser más diversos de lo que habíamos pensado, incluyendo mecanismos lamarckianos y neodarwinianos, cooperativos y simbióticos, así como competitivos e individualistas.[17] Las historias evolutivas de las entidades que forman parte de los todos biológicos también pueden ser múltiples. Los genomas tienen diferentes historias dependiendo

[17] Aquí debería hacer notar que Darwin, a diferencia de los neodarwinistas, fue siempre un buen pluralista e, incidentalmente, un creciente lamarckiano.

de los organismos en los que residen. Ello se debe tanto a que asimilan material de otras fuentes como porque tienen su propia historia dentro del organismo, por ejemplo, de duplicaciones genómicas; y los organismos, al menos cuando se les entiende como todos funcionales que interactúan con el resto del mundo, con coaliciones de entidades con historias evolutivas diversas. El neodarwinismo tiene mucho qué decir acerca de los procesos divergentes que empujan a las entidades hacia la diferencia, y mucho menos sobre los procesos convergentes en los que el todo es constantemente más que la suma de las partes.

Nada de esto nos es remotamente sorprendente. Pero por alguna razón o razones nos hemos acostumbrado a una visión de la evolución que ha sido superada, con una capa de dogmatismo circundante y de supuestos que estorban un avance teórico que vaya a la par de los sorprendentes hallazgos que han ocurrido en otras partes de la biología. Seguramente, parte de esta historia es que este dogma se ha desarrollado intencionalmente como respuesta a perspectivas completamente anti-científicas (el creacionismo, el "diseño inteligente") que, de alguna manera, se han posicionado como rivales del evolucionismo científico. Y sospecho que los vínculos con las perspectivas creacionistas pueden ser más complejos que esto. Los neodarwinistas extremos algunas veces comparten con los creacionistas el anhelo por un esquema que lo cubra todo, un solo marco explicativo que le dé sentido a la vida.[18] Uno piensa, por ejemplo, en la alabanza de la selección natural de Daniel Denett (1995) que la muestra como el recurso esencial para explicarlo todo, desde el comportamiento de apareamiento de las abejas hasta los procesos deliberativos de la mente humana. Pero la evolución es un mosaico de procesos más o menos relacionados que producen una colección abigarrada de resultados. Sólo porque uno tenga un martillo en las manos, no debe suponer que todo es un clavo. Si todo lo que necesitamos para remediar esta parálisis parcial de nuestro pensamiento evolutivo es que separemos un poco nuestra visión de la evolución de nuestra reverencia por Charles Darwin, estoy seguro que a él no le importará.

Agradecimientos

Muchas de las ideas contenidas en este ensayo derivan de un trabajo conjunto con Maureen O'Malley, aunque no asumo que ella estaría de acuerdo con todo lo que he escrito. También ha sido mejorado con comentarios detallados de una primera versión por ella y por Staffan Muller-Wille. Agradezco encarecidamente el apoyo del Economic and Social Research Council (ESRC) del Reino Unido. La investigación para este trabajo es parte del programa del ESRC Centre for Genomics in Society (Egenis).

[18] Le agradezco a Staffan Müller-Wille por enfatizar este punto en una conversación.

Bibliografía

Barnes, B. y J. Dupré (2008), *Genomes and What to Make of Them*, Chicago, University of Chicago Press.

Bates, J. M., E. Mittgeb, J. Kuhlman, K. N. Baden, S. E. Cheesman y K. Guillemin (2006), "Distinct signals from the microbiota promote different aspects of zebrafish gut differentiation", *Developmental Biology,* núm. 297, pp. 374-386.

Boucher, Y., C. Douady, R. T. Papke, D. A. Walsh, M. E. R. Boudreau, C. L. Nesbo, R. J. Case y W. F. Doolittle (2003), "Lateral gene transfer and the origins of prokaryotic groups", *Annual Review of Genetics*, núm. 37, pp. 283-328.

Buss, L. (1987), *The Evolution of Individuality*, Princeton, Princeton University Press.

Charlebois, R. L. y W. F. Doolittle (2004), *Genome Research,* núm. 14, pp. 2469-2477.

Chong, S. y E. Whitelaw (2004), "Epigenetic germline inheritance", *Current Opinion in Genetics & Development,* núm. 14, pp. 692-696.

Dawkins, R. (1976), *The Selfish Gene,* Oxford, Oxford University Press.

Dennett, D. (1995), *Darwin's Dangerous Idea: Evolution and the Meanings of Life*, Nueva York, Simon & Schuster.

Doolittle, F. (1999), "Phylogenetic classification and the universal tree", *Science,* núm. 284, pp. 2124-2129.

Dunning, H., C. Julie, M. E. Clark, D. C. Oliveira, J. M. Foster *et al*., (2007), "Widespread lateral gene transfer from intracellular bacteria to multicellular eukaryotes", *Science,* núm. 317, p. 1753.

Dupré, J. (2001), *Human Nature and the Limits of Science*, Oxford, Oxford University Press.

______ (2008), *The Constituents of Life*, Amsterdam, Van Gorcum.

Dupré, J. y M. O'Malley (2007), "Metagenomics and biological ontology", *Studies in the History and Philosophy of the Biological and Biomedical Sciences,* núm 38, pp. 834-846.

______ (en prensa), "Varieties of living things: Life at the intersection of lineage and metabolism", *Synthese*.

Hooper, L. V., M. H. Wong, A. Thelin, L. Hansson, P. G. Falk y J. I. Gordon (2001), "Molecular analysis of commensal host-microbial relationships in the intestine", *Science*, núm. 291, pp. 881-884.

Hughes, W. O. H., B. P. Oldroyd, M. Beekman y F. L. W. Ratnieks (2008), "Ancestral monogamy shows kin selection is key to the evolution of eusociality", *Science,* núm. 320, pp. 1213-1216.

Jablonka, E. y M. Lamb (1995), *Epigenetic Inheritance and Evolution: The Lamarckian Dimension,* Oxford, Oxford University Press.

Kolenbrander, P. E. (2000), "Oral microbialcommunities: Biofilms, interactions, and genetic systems", *Annual Review of Microbiology,* núm. 54, pp. 413-437.

Krutzen, M., J. Mann, M. R. Heithaus, R. C. Connor, L. Bejder y W. B. Sherwin (2005), "Cultural transmission of tool use inbottlenose dolphins", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA, núm.* 25, pp. 8939-8943.

Lawrence, J. G. y H. Hendrickson (2005), *Current Opinion in Microbiology,* núm. 8, pp. 572-578.

Mallet, F., O. Bouton, S. Prudhomme, V. Cheynet, G. Oriol *et al.* (2004), "The endogenous retroviral locus ERVWE1 is a bona fide gene involved in hominoid placental physiology", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA, núm.* 101, pp. 1731-1736.

Mallet, J. (2008), "Hybridization, ecological races, and the nature of species: empirical evidence for the ease of speciation", *Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences,* núm. 363, pp. 2971-2986.

Margulis, L. (1970), *Origin of Eukaryotic Cells*, New Haven, Yale University Press.

Margulis, L. y D. Sagan (2002), *Acquiring Genomes: A Theory of the Origins of Species*, Nueva York, Basic Books.

Marri, P. R., W. Hao y G. B. Golding (2007), "The role of laterally transferred genes in adaptive evolution", *BMC Evolutionary Biology* 2007, núm. 7, supp. 1, p. S8.

Marsh, P. D. (2004), "Dental plaque as a microbial biofilm", *Caries Research,* núm. 38, pp. 204-211.

McFall-Ngai, M. J. (2002), "Unseen forces: the influence of bacteria on animal development", *Developmental Biology,* núm. 242, pp. 1-14.

Meaney, M. J., M. Szyf y J. R. Seckl (2007), "Epigenetic mechanisms of perinatal programming of hypothalamic-pituitary-adrenal function and health", *Trends in Molecular Medicine,* núm. 13, pp. 269-277.

O'Malley, M. y J. Dupré (2007), "Size doesn't matter: Towards a more inclusive philosophy of biology", *Biology and Philosophy,* núm. 22, pp. 155-191.

Oyama, S. (2000), *The Ontogeny of Information. Developmental Systems and Evolution,* 2a ed., Durham, Duke University Press.

Oyama, S., P. E. Griffiths y R. D. Gray (2001), *Cycles of Contingency. Developmental Systems and Evolution,* Cambridge, MIT Press.

Page, R. A. y M. J. Ryan (2006), "Social transmission of novel foraging behavior in bats: Frog calls and their referents", *Current Biology,* núm. 16, pp. 1201-1205.

Pal, C., B. Papp y M. J. Lercher (2005), "Adaptive evolution of bacterial metabolic networks by horizontal gene transfer", *Nature Genetics,* núm. 37, pp. 1372-1375.

Powell, A. y J. Dupré (2009), "From molecules to systems: the importance of looking both ways", *Studies in the History and Philosophy of the Biological and Biomedical Sciences,* núm. 40, pp. 54-64.

Richerson, P. J. y R. Boyd (2005), *Not By Genes Alone: How Culture Transformed Human Evolution*, Chicago, Chicago University Press.

Savage, D. C. (1977), "Microbial ecology of the gastrointestinal tract", *Annual Review of Microbiology,* núm. 31, pp. 107-133.

Slater, P. J. B. (1986), "The cultural transmission of bird song", *Trends in Ecology & Evolution,* núm. 1, pp. 94-97.

Sober, E. y D. S. Wilson (1998), *Unto Others: The Evolution and Psychology of Unselfish Behavior*, Cambridge, Harvard University Press.

Teixeira, L., A. Ferreira y M. Ashburner (2008), "*The Bacterial Symbiont Wolbachia Induces Resistance to RNA Viral Infections in* Drosophila melanogaster", *PLoS Biology,* núm. 6, p. 12.

Umesaki, Y. y H. Setoyama (2000), "Structure of the intestinalflora responsible for development of the gut immune system in arodent model", *Microbes and Infection,* núm. 2, pp. 1343-1351.

Weaver, I., N. Cervoni, F. A., Champagne, A. C. D'Alessio, S. Sharma *et al.* (2004), "Epigenetic programming by maternal behaviour", *Nature Neuroscience,* núm. 7, pp. 847-854.

West, E. y M. Jane (2003), *Developmental Plasticity and Evolution*, Nueva York, Oxford University Press.

Whitworth, T. L., R. D. Dawson, H. Magalon y E. Baudry (2007), "DNA barcoding cannot reliably identify species of the blowfly genus *Protocalliphora (Diptera: Calliphoridae)*", *Proceedings of the Royal SocietyB,* núm. 274, pp. 1731-1739.

Xu, J. y J. I. Gordon (2003), "Honor thy symbionts", *Proceedings of the National Academy of Sciences USA, núm.* 100, pp. 10452-10459.

Estudios culturales

¿Somos nuestros ancestros? La genética, el reduccionismo y nuestro lugar en la naturaleza

Jonathan Marks[1]

Introducción

A pesar de que no es muy reconocida, existió una clasificación biológica anterior a la de Linnaeus. Lo que marcó una diferencia radical entre Linnaeus y sus predecesores fue que éste incluyó a los humanos en su clasificación y, como es frecuente en la biología, cuando se habla de personas, las personas se interesan en lo que se dice.

En la canónica décima edición de *Systema Naturae* (1758) de Linnaeus, el autor contrasta a nuestra especie con aquella del hombre nocturno de las cavernas: el *Homo troglodytes nocturnus*. De hecho, sólo situó las descripciones más antropomórficas de los chimpancés en esta especie (las más realistas y menos extravagantes) y las descripciones menos antropomórficas en la especie *Simia satyrus*. Entonces, sin importar su confusión, Linnaeus separó a los humanos de los chimpancés como especies o géneros distintos dentro del Orden Primate, hasta donde esas especies se conocían en su época.

Tan sólo unas décadas después, Cuvier, el gran naturalista francés, también incluyó a los humanos en su clasificación de la naturaleza, aunque lo hizo de manera distinta. Cuvier conocía las facultades generales que nos ha-

[1] Traducción de Frida López Martínez.

cen mamíferos a diferencia de las aves, los peces o los gusanos, por ejemplo, y nos colocó en nuestro propio orden taxonómico a la cual llamó Orden Bimanos, es decir, criaturas de dos manos. La orden es pequeña y está integrada por una sola especie. No hizo esto para rechazar una relación cercana de los humanos con los otros primates (obviamente, una relación de semejanza básica y no una relación evolutiva), ya que ubicó a estos últimos en el grupo más cercano, Orden Cuadrumanos, los cuales definió de forma explícita a partir de sus pies prénsiles. Éstos eran los animales que consideramos como monos en la actualidad, monos del Viejo Mundo, monos del Nuevo Mundo y prosimios. Para Cuvier, estaban morfológicamente ubicados entre los humanos y otros mamíferos, pero observó específicamente cómo “la libertad de sus miembros anteriores y la complejidad de sus manos les permiten realizar acciones y gestos similares a los del hombre”. Sin embrago, para Cuvier las diferencias entre los humanos y los otros primates simplemente superaban a las semejanzas al establecer el lugar zoológico de los humanos en el orden natural.

Ahora bien, ninguno de estos dos biólogos fue influenciado por consideraciones evolutivas. Linnaeus sostuvo explícitamente que no había especies nuevas y sólo aceptó, al final de su vida y de mala gana, que la hibridación podía producir nuevas especies. Cuvier, partiendo de la paleontología –incluso paleontología creacionista–, reconoció que las viejas especies llegan a su término y surgen otras nuevas. También pudo reflexionar sobre los africanos como un vínculo intermedio entre los europeos y los monos, y dejó a los académicos modernos dudando sobre lo que entendía por esa intermediación, cuando es bien sabido que Cuvier no era evolucionista y rechazó la Gran Cadena del Ser.

El darwinismo de finales del siglo XIX finalmente explicó por qué existe el patrón que Linnaeus encontró, las jerarquías “anidadas” que son fundamentalmente el rastro del ancestro común. Pero el ancestro en común sólo representa la mitad de la evolución: la otra mitad es la divergencia adaptativa de la que habló Darwin *en El origen de las especies*. Si bien los humanos estamos dentro de una matriz de semejanzas que nos presentan como parecidos a los monos y dichas semejanzas reflejan la cercanía de un ancestro en común, también es cierto que somos muy distintos de otros miembros del grupo debido a nuestra propia trayectoria evolutiva. Y para que una clasificación basada en la evolución pueda reflejar las complejas relaciones provocadas por los procesos complementarios de ascendencia y divergencia, ésta tiene que reconciliarlos de alguna manera.

Éste es el punto que trata el paleontólogo William King Gregory en su influyente clasificación de 1910: “Las semejanzas son las que generalmente denota el parentesco ancestral, las diferencias son las que denota la divergencia adaptativa de un tipo común” (1910, p. 321). La solución de Gregory

fue reconocer a los humanos y a los monos como familias distintas, solución tan afortunada que George Gaylord Simpson la adoptó una generación después en su reconocido trabajo de investigación.

En 1945 Simpson también clasifica a los humanos aparte de los monos en el nivel de familias y explica por qué lo hace: en primer lugar, las diferencias intelectuales cuentan; y en segundo lugar, sería difícil argumentar que agrupar a los humanos y a los monos más cerca refleja bien sus relaciones zoológicas completas.

Es importante reiterar que reflejar las relaciones de ancestría y la diferencia de los humanos con relación a los monos representa una posición reconciliadora, y es independiente de la teoría de la evolución; de hecho, el argumento ya existía 100 años antes de *El origen de las especies*. Que sea reconciliadora implica que hay muchas posiciones opuestas articulándose en algún lugar. Así, el biólogo evolucionista Julian Huxley, quién se comprometió con la acción humana organizada para resolver problemas mundiales tras la Segunda Guerra Mundial, sabía que la acción organizada de los chimpancés no sería de mucha ayuda. Como resultado, comenzó a promover una clasificación radical a finales de los años cincuenta, una que separaba a los humanos del resto de la vida a nivel de subreinos, como *Psychozoa*, o vida inteligente; ésta fue la característica más sobresaliente de la ubicación zoológica de la especie humana para Huxley (1957), cuyas consecuencias fueron las más trascendentes para la era científica moderna y, por ello, la característica que mejor expresó dónde nos ubicamos con respecto al resto del orden natural.

Me pregunto si, con el interés de la generación moderna por la conservación y la ecología, hoy habría sido mejor recibida la visión de Huxley de lo que fue en los años cincuenta. Pero al rechazar la solución que Gregory y Simpson dieron en la primera mitad del siglo xx, el péndulo se ha movido ahora en dirección opuesta a Huxley, en la que se enfatiza el ancestro del mono en la clasificación científica sobre todo lo demás. Es sobre ello que quiero hablar ahora.

Mientras Julian Huxley enfatizaba las distinciones ecológicas de la especie humana, se estaba desarrollando una revolución en la genética. Las teorías de la información y la bioquímica se usaron para armar un código genético y después para desarmarlo. Los estudios más recientes de la evolución molecular comparaban las secuencias de aminoácidos de las proteínas para probar la hipótesis filogenética, adelantándose a aquellas basadas en otros tipos de información más tradicionales.

De hecho, ya se estilaba usar la información bioquímica para estudiar la evolución. Las reacciones inmunes de la sangre fueron el centro de atención de la serología sistemática, la cual contaba con un pequeño pero respetable espacio dentro de la biología evolutiva. Los resultados que produjo fueron de

gran interés: por lo general, las relaciones sanguíneas iban en paralelo con las relaciones de la especie, pero no siempre era así. Esta discordancia forzó a la comunidad a reflexionar si las relaciones que normalmente se inferían o los análisis de sangre, que se basaban en escasas teorías, podrían estar equivocados. En 1930, la información sanguínea de los primates parecía cuestionar el estatus de los lémures e incluso de los tarseros, y ponía en duda la utilidad de los análisis de sangre (Marks, 1996).

En 1946 la destacada publicación sobre la evolución humana de Earnest Hooton, tomó la investigación serológica de Christian von Krogh, de Munich, para sugerir que los humanos y los chimpancés están más relacionados entre sí que con el orangután, quien se distanció antes de ellos: "la débil semejanza que guarda el orangután con otras especies sugiere un largo proceso de desarrollo independiente para este animal y su separación temprana de la rama del hombre y del chimpancé" (1946, p. 45). Se pensó que esto era muy razonable y, como veremos más adelante, los primeros autodenominados antropólogos moleculares lo redescubrirían en los años sesenta del siglo pasado; sin embargo, lo que marcó la diferencia más importante entre los años cuarenta y sesenta fue, desde luego, el surgimiento de la genética molecular.

El punto de vista de la hemoglobina

En 1962 la Fundación Wenner-Gren para la Investigación Antropológica, el donador privado más importante de la antropología, financió una conferencia en Austria sobre la clasificación de los primates. Fue allí donde se acuñó, en el contexto de las semejanzas entre la hemoglobina humana y la del mono, el término "antropología molecular", y donde los líderes en el área impulsaron y discutieron la idea de clasificar a los humanos y a los monos sólo por sus relaciones genéticas. Retomemos ahora esas dos ideas.

En 1963 el químico Emile Zuckerkandl acuñó el término "antropología molecular" para denominar lo que él llamaba el punto de vista de la estructura de la hemoglobina. En otras palabras, sostenía que al mirar a los humanos y a los gorilas es fácil distinguirlos, pero si lo que se observa es su hemoglobina ya no es fácil hacer esta distinción. Zuckerkandl nos dice que dado que la hemoglobina de los gorilas y de los humanos es muy parecida, los gorilas y los humanos son muy parecidos. "Así, desde el punto de vista de la estructura de la hemoglobina, se observa que el gorila es tan sólo un humano anormal, o que el humano es un gorila anormal, y que las dos especies forman, en realidad, una población continua." En 1964 Simpson alegó que el argumento era muy aventurado; en el mejor de los casos era reduccionista, y en el peor de ellos era metafórico: "desde cualquier punto de vista que no sea el debidamente especificado, es un disparate". Para él resultaba inconcebible

que un académico estuviera dispuesto a reducir las relaciones de las especies a las relaciones entre sus hemoglobinas. Uno no reduce las relaciones entre las especies a la relación que existe entre sus codos o sus intestinos largos. De hecho, la filosofía sistemática de Simpson se tradujo en hacer relaciones en tres diversos grupos de información.

De este modo, sin importar el punto de vista desde el que la hemoglobina presente a los gorilas como meras variantes de los humanos, para poder entender la relación que existe entre los humanos y los gorilas, "la hemoglobina es una mala opción y no tiene nada que decirnos" que valga la pena. Dicho de otra forma, si los métodos que todos los demás utilizan permiten distinguir inequívocamente a los humanos de los gorilas y tu método no refleja esta distinción, entonces los métodos de los demás son mejores que el tuyo. Es una crítica muy franca y de sentido común. Si cualquier biólogo puede distinguir a un humano de un gorila a 50 pasos de distancia y tú no, entonces no deberías llamarte biólogo. Desde luego, el argumento original vino de un químico.

Hubo otro trasfondo en la crítica de Simpson. En 1947 Julian Huxley creó un concepto que se burlaba de los estudios del comportamiento, haciendo referencia a los investigadores que establecen tantas semejanzas entre los humanos y los monos que no prestan suficiente atención a las diferencias y concluyen que no somos "nada más que un mono desarrollado": la "escuela nada más que" (*nothing-but school*). Simpson retomó la crítica de Huxley en su propio libro *The Meaning of Evolution,* en 1949. La teoría sintética de mediados del siglo XX era antirreduccionista; llamarnos monos desarrollados ya no tenía más sentido que llamarnos glóbulos rojos enormes, que sería la única forma de experimentar el punto de vista de la hemoglobina.

Lo que resulta evidente es que no somos monos, somos ex monos. Somos una especie que tiene ascendencia de mono, de hecho, de ancestros diversos y cada vez más lejanos; pero reducirnos a nuestra ascendencia es una postura muy ideológica. Consideremos, por ejemplo, las dos afirmaciones siguientes: 1) No eres nada más que tus ancestros; y 2) Mis ancestros eran mejores que los tuyos. De manera independiente pueden resultar un poco ofensivas, pero en conjunto constituyen una justificación racional para una aristocracia hereditaria o, en un sentido más amplio, para la ideología del racismo. Después de todo, la idea de que los humanos no pueden ir más allá de su ascendencia constituye una parte importante de la ideología del racismo, junto con la atribución de cualidades imaginarias a esa ascendencia.

Pero la ascendencia sólo forma una parte de lo que somos como especie y como individuos. Gran parte de la historia europea moderna, desde el surgimiento de la clase empresarial hasta las revoluciones y guerras del siglo XX, puede entenderse como un esfuerzo por debilitar la idea de que sólo so-

mos nuestros ancestros. En el sector de la asistencia médica, la ascendencia puede predecir algunos riesgos, pero éstos no son tantos ni tan importantes como aquellos asociados con la edad, el sexo, la ocupación, o el vecindario en el que se vive. Decir que no somos nada más que nuestros ancestros está lejos de ser una afirmación válida.

Sin embargo, en las décadas siguientes se hizo cada vez más legítimo el punto de vista de la hemoglobina. Esto se debió en gran parte a la publicidad que giró en torno al Proyecto Genoma Humano (si usamos el punto de vista de la hemoglobina como una metáfora de la información del ADN, que se validaba cada vez más como el punto de vista de la evolución y de la biología). Es muy irónico que cuando Huxley y Simpson estaban ridiculizando el "nadamasqueismo", todavía no se escribían los trabajos más importantes de este género. Para la época del libro de Jared Diamond *The Third Chimpanzee,* de 1992, el Proyecto Genoma Humano estaba desarrollándose muy bien y, de hecho, el punto de vista de la hemoglobina amenazaba con suprimir o reemplazar a los demás puntos de vista. Lo cierto es que la premisa de Diamond era que las relaciones genéticas trascienden todas las demás relaciones y que esto ni siquiera necesita ser justificado. Es tan obvio que incluso un extraterrestre lo apoyaría: "Un zoólogo del espacio exterior nos clasificaría inmediatamente tan sólo como una tercera especie de chimpancés" (Diamond, 1992, p. 2).

Irónicamente, una de las contribuciones más importantes que ha hecho la antropología a lo largo del último siglo y medio ha sido el documentar las diferentes maneras que tienen los humanos para ordenar las cosas en grupos que son significativos dentro de un determinado contexto, desde sus parientes hasta los colores o las plantas. De esta forma, si los extraterrestres vinieran del espacio, es tan probable que agruparan a los humanos y a los monos por su sabor, como por sus conexiones históricas con los chimpancés millones de años atrás.

Ya sea que se crea o no que los humanos evolucionaron de los monos, eso no indica cuál de las características humanoides o simiescas o alguna otra entre ellas encapsula mejor el lugar de los humanos en el orden natural. En la medida en que se crea que la vida puede ser reducida al ADN, uno podría tender a pensar que el punto de vista de la hemoglobina supera a todos los demás. Pero ese razonamiento es epistémico, no empírico. Tal vez, la novedad más importante que aporta el punto de vista genético, el que parte de la hemoglobina para decir que somos una simple variedad de gorilas, que no somos nada más que monos, es la posibilidad de impulsar esto en la era genómica como si se tratara de algo nunca antes dicho en lugar de algo que ya había sido evaluado, considerado biológicamente incompetente y ridiculizado por algunos biólogos de primera importancia de una generación anterior.

El punto de vista de la hemoglobina, o de la genética en un sentido más amplio, es significativo en algunos aspectos, pero no consigue capturar aquello que nos distingue de los chimpancés, desde la cognición hasta el bipedalismo, aquello que nos ha hecho ser lo que somos como especie el día de hoy. Aceptando que tenemos los hombros que rotan de los monos, los molares de los monos y la columna vertebral firme de los monos, también sabemos que tenemos los caninos, los pies y una historia cultural, política y tecnológica que los monos no tienen. El hecho de que los genetistas no puedan observar estas diferencias en su información es un problema suyo, no de la condición humana. Por ello, al considerar el lugar de los humanos y de los monos, la suposición de que el patrón genético es "más real" que el patrón anatómico o ecológico es sólo eso, una suposición, y debe valorarse con mucho cuidado, tanto por lo limitada que es su validez científica, como por lo amplio que es su valor ideológico, o significado cultural. No podemos basarnos en el juicio de los extraterrestres.

Los ex monos y su conexión con los ex reptiles y los ex peces

Ya tuvimos suficiente del punto de vista de la hemoglobina. El segundo aspecto que impulsó la antropología molecular temprana en la conferencia de 1962 tuvo que ver con la propuesta de Morris Goodman de volver a clasificar a los monos. Goodman propuso quitar a los chimpancés y a los gorilas de la familia de los orangutanes, *Pongidae*, y transferirlos a la familia de los humanos, *Hominidae*. Argumentó que ampliar la familia *Hominidae* reflejaría mejor tanto las relaciones cladísticas (o de ancestría) como las genéticas; sin embargo, la información y la clasificación no estaban necesariamente en relación directa. Como ya dije antes, la proximidad del chimpancé con los humanos, más que con los orangutanes, fue tratada de manera explícita en el trabajo más importante de la antropología física, 15 años atrás, sin incluir una propuesta de una nueva clasificación de los monos por esta proximidad.

Goodman abordó la clasificación como bioquímico y no como sistemático. Esto quiere decir que en realidad no entendía la forma en la que se llevaba a cabo la clasificación zoológica de su tiempo. Por ello, no sorprende que esa práctica fuera ecléctica y reconciliara diferentes tipos de información. Durante la conferencia, los participantes rechazaron su clasificación e intentaron explicarle a Goodman esos principios. El anatomista de primates Adolph Schultz escribió a los organizadores sobre los diferentes pequeños desacuerdos que se suscitaron esperando que "si algunos de mis comentarios sobre algunas posibles conclusiones pudieron haberse escuchado un tanto críticas, me alegra que al parecer no ofendieron a nadie". De manera similar, el paleontólogo Louis Leakey expresó: "en ocasiones fue difícil ser paciente

con las opiniones de algunos de mis colegas, pero no creo que hayamos llegado a un pleito".[2] No obstante, la crítica más dura volvió a caer sobre George Gaylord Simpson, quién había publicado un libro llamado *Principles of Animal Taxonomy* el año anterior, 1961.

En ese trabajo expone una vez más el eclecticismo de la práctica taxonómica contemporánea, lo que se conoció 20 años antes como la nueva sistemática, en respuesta a la necesidad de reconciliar los grupos de información con los diferentes puntos de vista para poder reunir todo en relaciones completas. La filogenia, la ancestría y la historia biológica eran importantes, pero no eran los únicos criterios que contaban. Simpson lo dejó muy claro en la ponencia que presentó dos años más tarde (1963).

Ilustró el punto de manera gráfica, como si fuera a explicárselo al mismo Goodman: la evolución no es unidimensional, y las relaciones en rama no son el único criterio existente; en algunos casos también es necesario considerar la divergencia ecológica. En lo que se refiere a los humanos, para poder entender sus relaciones completas es importante entender primero lo que debería buscar expresar una clasificación científica. Simpson argumentó que el *Homo* se separó de los chimpancés y de los gorilas, como ya lo había mostrado la información molecular antes de atravesar una zona ecológica desconocida, la "zona ahora desocupada", como parte de la transición evolutiva hacia la modernidad. En otras palabras, las relaciones verticales de ancestría simplemente son rebasadas por las relaciones horizontales de divergencia.

Una vez más el problema era más epistémico que empírico. Ya no se trataba tanto de la suposición ingenua e incluso descaradamente interesada de los genetistas, de que las relaciones de parentesco y la información genética superan a todas las demás, sino de una cuestión más básica: encontrar el criterio más apropiado para elaborar una clasificación. ¿Debería reflejar una reconciliación entre la ascendencia y la divergencia, es decir, debería reflejar la evolución?, ¿debería apegarse sólo a la ascendencia? Simpson fue la autoridad más importante para los taxonomistas que estaban familiarizados con las prácticas de los teóricos de la síntesis, o nuevos sistemáticos. En su libro de 1969 *Principles of Systematic Zoology*, Ernst Mayr menciona la propuesta de Goodman sólo para desacreditarla como "engañosa". ¿Por qué? Porque reducir la evolución a sus componentes verticales, o ancestría, deja de lado muchos otros componentes importantes de la misma y no logra resumir las relaciones completas con éxito.

Es interesante que el surgimiento de la cladística en los años setenta y ochenta del siglo XX haya aportado una validación retrospectiva a las propuestas de Goodman de los años sesenta. Desde la óptica cladística, la evolu-

---

[2] L.S.B. Leakey a Lita Osmundson, 24 de julio de 1962; Adolph Schultz a Lita Osmundson, 23 de julio de 1962, Wenner-Gren Foundation for Anthropological Research.

ción sí debe reducirse a la ancestría, y las clasificaciones deben basarse sólo en la proximidad de la ascendencia (Hennig 1965; Eldredge y Cracaft, 1980). Lo que había sido un desacierto algunos años atrás fue visto después como una predicción de Goodman.

Permítanme ahora hablar un poco sobre la clasificación cladística. Tal como lo propuso Goodman a principios de la década de los sesenta del siglo pasado, y como lo sugirió el entomólogo Willi Henning en alemán a principios de los cincuenta y después en inglés a mediados de los sesenta, hacer una clasificación basada únicamente en la ascendencia resulta consistente. Ya no hay necesidad de reconciliar los aspectos vertical y horizontal de la evolución, simplemente hay que ignorar el aspecto horizontal y concentrarse por completo en el vertical, aunque se tenga la desventaja de que se pierdan muchos elementos interesantes de la historia de la vida y, por lo mismo, no sea posible reflejarlos en la clasificación.

De esta forma, si queremos clasificar a los lagartos, a los cocodrilos y a las aves y relacionarlos entre sí, nos encontramos con dos problemas: en primer lugar, los cocodrilos están más relacionados con las aves que con los lagartos; y en segundo lugar, las aves desarrollaron plumas, se fueron volando y dejaron a los cocodrilos y a los lagartos con sus escamas arrastrándose en la tierra. El grupo de los lagartos es el más alejado de los tres grupos y el de las aves es el menos parecido. Es decir, los ancestros de los lagartos conformaron un linaje aparte en un período de tiempo en el que los ancestros de las aves y de los cocodrilos seguían en el mismo linaje; y aunque algunas características clave pueden indicar que la relación más cercana de parentesco es entre las aves y los cocodrilos, la naturaleza de sus adaptaciones generales parecen mostrar que los lagartos y los cocodrilos son los más cercanos de los tres. Si eres partidario de la clasificación de los teóricos de la síntesis, o de los nuevos sistemáticos de la primera mitad del siglo XX, llamarás *Reptilia* a los lagartos y a los cocodrilos, aunque no estén estrechamente relacionados. Si basas tu clasificación sólo en la ascendencia, no agruparías a los reptiles en la misma categoría, justamente por esa razón. Si basas tu criterio sólo en la ancestría, relacionarás a los cocodrilos con las aves como parientes cercanos, los llamarás *Archosauria* y los contrastarás con los lagartos, *Squamata* (De Queiroz y Gauthier, 1992). Haciendo esto se gana una reducción exitosa de la clasificación a la dimensión del descendiente único. Y lo que se pierde es la importancia del reptil volador emplumado en la historia de la vida y de la Tierra, además, todavía no se sabe si vale la pena hacer ese sacrificio (Wilkinson, 2002; Yoon, 2009).

Ésta es la situación análoga que Goodman estaba encontrando con los primates. En lugar de trabajar con los reptiles se trabaja con los grandes monos o póngidos y la opción puede ser enfatizar la separación genética temporal de los orangutanes, o enfatizar la separación ecológica de los humanos.

Una clasificación cladística como la de Goodman da prioridad al lugar del orangután sobre el de los humanos, y al lugar de los lagartos sobre el de las aves.

De hecho, no sólo sería necesario deshacerse de los términos "grandes monos" y "reptiles", sino también de "peces óseos", ya que el celacanto estaba más relacionado con los tetrápodos que con el atún. Los peces óseos son problemáticos para los cladistas por la misma razón que los reptiles y los grandes monos. En otras palabras, esto no representa un problema sólo para la ubicación de los humanos como resultado de sus adaptaciones, a diferencia de los monos; sino que también representa un problema más general para expresar las adaptaciones exitosas de las aves en el aire, a diferencia de los reptiles; de los tetrápodos a la tierra, a diferencia de los peces; y de cualquier otro que haya desarrollado algo nuevo y útil.

También es conveniente observar que cualquier criatura de cuatro extremidades se incluye en los tetrápodos. Nosotros tenemos cuatro extremidades y somos tetrápodos, de este modo, los celacantos están más relacionados con nosotros que con el atún. Nosotros también estamos incluidos en el grupo filogenético que incluye al atún y al celacanto, lo que significa que el mismo argumento que nos considera monos –es decir, que pertenecemos a ese grupo por nuestra ancestría– también nos hace peces, ya que nuestra ancestría nos hace pertenecer a ese grupo. Determinar si ese argumento es válido o ridículo depende del punto de vista de cada quien.

Lo importante es que esto no es un nuevo descubrimiento tanto como un nuevo juicio de valor. A mediados del siglo XX los nuevos sistemáticos consideraron reflejar sólo la filogenia en sus clasificaciones, pero no lo hicieron. El botánico sistemático J. S. L. Gilmour (1940, p. 468) explicó de nuevo por qué la clasificación filogenética es buena para algunas cosas, pero no tanto para otras: "Una clasificación filogenética debe ser vista como una clasificación secundaria, útil para el propósito específico de estudiar la relación entre la genealogía y otras propiedades [...] Por lo tanto, en lugar de proveedora de bases para una clasificación ideal natural única, la filogenia [puede] ser vista como formadora de un tipo de antecedente de una clasificación natural, ya que, aunque los grupos naturales no son primordialmente filogenéticos (como los reptiles, los peces y los monos, por ejemplo), en la mayoría de los casos deben estar compuestos por linajes cercanamente relacionados."

Cuando nos preguntamos por qué los teóricos evolucionistas de los años sesenta del siglo pasado rechazaron las primeras teorías de la antropología molecular, aquellas que dicen que genéticamente somos sólo una variación de los monos, está claro que hay tres respuestas erradas, y las tres fueron expuestas por Morris Goodman y por Emile Zuckerkandl (Goodman, 1996; Hagen, 2009; Dietrich, 1998; Aronson, 2002; Sommer, 2008; Suárez-Díaz y Anaya-Muñoz, 2008). La primera respuesta incorrecta declara que

es, de alguna manera, una declaración de antropocentrismo, pero no fue así, pues los argumentos se asocian con la misma fuerza a otros grupos. No es que los tetrápodos sean peces, descienden de los peces pero son diferentes a éstos; no es que las aves sean reptiles, descienden de los reptiles pero son diferentes de éstos; de la misma manera, los humanos descienden de los monos pero son diferentes a ellos. Los humanos no constituyen en este sentido un caso especial, simplemente forman parte de una generalización sobre la trascendencia evolucionista de la divergencia adaptativa, que puede ser aplicada ampliamente.

La segunda respuesta incorrecta defiende que constituye un cierto rechazo a las técnicas y a la información genética. Lo cierto es que no rechaza la genética, sino la hegemonía intelectual de la genética. Estos científicos se preciaban de la diversidad de información que podían ocupar para entender las relaciones de las especies; y lo que es más importante, su definición de "relaciones" iba mucho más allá de las meras relaciones genéticas. Lo que los teóricos evolucionistas vieron en la antropología molecular fue una estrechez mental y una burda creencia de interés personal en que la interpretación de uno mismo sobre su propio grupo de información está por encima de todas las demás formas de conocimiento. Si la perspectiva de la hemoglobina indica que los humanos y los gorilas son casi idénticos, entonces se busca una perspectiva diferente y se observa que no están ni cerca de serlo. En una tricotomía que expresara la diversidad de la vida, en comparación con una estrella de mar, los humanos y los gorilas sí son casi lo mismo, coincidirían hueso por hueso, músculo por músculo, nervio por nervio, órgano por órgano, pero eso no es lo que Zuckerkandl decía, ni tampoco la genética molecular. Ellos se basaron en una dicotomía: la capacidad de sus proteínas y de su ADN que son casi indistinguibles, a pesar de las diferencias obvias que presentan sus cuerpos, sus mentes y sus vidas (King y Wilson, 1975; Marks, 2002). No es una idea muy perspicaz, a menos que uno piense que la perspectiva de la hemoglobina es la única que cuenta. Aquí es donde creo que hemos llegado al centro del problema. La decisión de clasificar a los humanos haciendo énfasis en la historia que comparten éstos con los gorilas y con los chimpancés más que en la divergencia ecológica que los distingue no es una consecuencia directa del descubrimiento de esta historia íntimamente relacionada, a menos que uno crea que las clasificaciones deben reflejar únicamente la historia en común. El surgimiento de la cladística como una filosofía de clasificación que privilegia la filogenia destacó la habilidad que tienen las tecnologías moleculares para extraer la filogenia de las proteínas y de las secuencias de ADN. Pero, a pesar de su sinergia, la filosofía taxonómica de los cladistas se desarrolló de manera independiente de la aplicación de las tecnologías moleculares en la evolución. Entonces, lo que los teóricos de la síntesis rechazaban no era el uso de la información genética *per se*, sino la idea de que las relaciones

genéticas sean el único criterio a considerar, lo cual es un planteamiento muy distinto al primero y encaja mejor en la cladística.

Finalmente, la tercera respuesta incorrecta afirma que los teóricos de la síntesis estaban comprometidos de alguna manera con el sentimiento creacionista popular y no estaban preparados para asumir lo que implica que la especie humana tenga raíces de mono. Esta respuesta está completamente perdida, ya que ellos conocían bien estas raíces; sin embargo, las implicaciones no eran nada obvias, después de todo, los humanos son quienes caminan, hablan, lloran, rezan, construyen, limpian, sudan, se cortan el pelo y cocinan, entre muchas otras cosas, lo cual es muy distinto a lo que hacían nuestros ancestros mono. Sabemos que tenemos los hombros, la columna vertebral y las manos de los monos, lo cual refleja especializaciones para la postura y la locomoción suspensorias.

También sabemos que no estamos desnudos ni vivimos en los árboles como los monos. El planteamiento de que la ancestría es una explicación suficiente de la existencia está bajo discusión. Si eso fuera cierto no habría evolución, es decir, no habría descendencia con modificación, sólo habría descendencia. Por ello, los teóricos de la síntesis se vieron a sí mismos como defensores de la evolución. La evolución es el resultado de la diferencia y, ya sea que se trate de "nadamasqueístas" o de filogenetistas moleculares o de cladistas, para ellos negar las diferencias sería lo mismo que negar la evolución.

Los biólogos evolucionistas de principios de los años sesenta del siglo XX sabían muy bien lo que hacían cuando rechazaron las dos propuestas de la antropología molecular. Su negativa a reducir la evolución exclusivamente a la descendencia, y a darle un lugar privilegiado a la información molecular, aplicaba tanto para las plantas y las aves como para los humanos. Aceptar las propuestas de la antropología molecular para ellos equivaldría a ir en contra de su propio trabajo, basado en las crecientes reconciliaciones entre los grupos de información y las perspectivas. No había, ni hay, ninguna razón evidente para aceptar el punto de vista de la hemoglobina, en el que los humanos y los monos africanos son casi indistinguibles, sobre el punto de vista del dedo gordo del pie, que es fácilmente diferenciable. Sin embargo, la información que indica que los humanos y los monos africanos son muy similares genéticamente es valiosa. Refuerza el trabajo inmunológico anterior al aclarar las relaciones filogenéticas y muestra un aspecto importante sobre la genética evolucionista: en concreto, que es difícil inscribir las diferencias genéticas detectables entre el humano y el mono dentro de las diferencias físicas detectables. Las unidades de herencia y de desarrollo no se insertan bien en las unidades del cuerpo; es decir, tenemos genes y tenemos codos, pero no tenemos genes codo. Finalmente, al luchar con las complejidades del significado de la historia de la vida, los teóricos de la síntesis entendieron la

evolución de manera consistente como una combinación de procesos horizontales, ecológicos, adaptativos, diversificadores y diferenciadores, y como resultado de un proceso vertical complementario de descendencia, historia y ancestría. Buscaron integrar ambas cosas y pensaron que ignorar una de ellas para favorecer la otra era una interpretación irreal del orden natural.

Es culturalmente interesante observar cómo se ha reducido la evolución a una simple ancestría en las últimas décadas dentro de una biología evolutiva normativa e irreflexiva. Así, el genetista Jeny Coyne explica a sus lectores en un libro muy reciente por qué cree que la evolución es cierta: "Somos monos [...] [y eso] figura dentro de los hechos indiscutibles de la evolución" (2009, p. 16). Tan indiscutible como pueda ser, resulta difícil cuadrar esa afirmación con la que hace Simpson medio siglo antes: "No es un hecho que el hombre sea un mono" (1949, p. 283).

¿Qué es lo que está sucediendo aquí? Es evidente que ninguno de los dos es creacionista, simplemente están conceptualizando de forma distinta las relaciones entre ancestría e identidad. Para Simpson, la ancestría es un componente importante de la identidad; para Coyne, la identidad se reduce a nada más que la ancestría. Esto es justamente a lo que se enfrentaron las primeras generaciones y lo que rechazaron como "nadamasqueísmo". Si no somos nada más que nuestros ancestros, entonces somos monos; si somos diferentes a nuestros ancestros, entonces somos exmonos.

Ahora bien, ¿qué méritos tendría adoptar esta postura, que las especies no son nada más que la ancestría y que los humanos no son nada más que monos, en la biología evolutiva? En primer lugar, da prioridad a la información genética molecular, esto lo entendieron bien Zuckerkandl, Goodman y Simpson hace medio siglo. Debido a que es muy difícil inscribir los genotipos unidimensionales en fenotipos cuadridimensionales, existe una barrera epistemológica que separa los cambios genéticos que podemos secuenciar de las características físicas y de comportamiento que son objeto de la evolución. Sabemos por la segunda ola de la antropología molecular, la investigación de Alan Wilson y Vincent Sarich a finales de los años sesenta del siglo pasado, que las diferencias moleculares que podemos detectar reflejan el tiempo más que la forma física, adaptada o no adaptada, a pesar de que los genotipos son causa importante de fenotipos. Lamentablemente, gran parte de la genética evolucionista aún se encuentra en un estado primitivo, con discusiones sobre "genes del lenguaje", como FOXP2, y los "genes del cerebro", como la microcefalina.

Cuando comparamos el ADN es muy difícil encontrar las diferencias y muy sencillo encontrar las semejanzas, pero ya sabemos que la cantidad de diferencias físicas, mentales y ecológicas entre los humanos y los chimpancés, que son perceptibles y muy importantes biológicamente, distará mucho de la cantidad de diferencias que muestra el ADN entre los mismos, que son

pequeñas en cantidad y en tamaño. Lo cierto es que las principales características de la evolución humana no son perceptibles en el ADN. Suponemos que están por allí, en alguna parte, pero sin el conocimiento fisiológico que permita originar un animal a partir de dos secuencias de ADN, porque se necesitan dos y no una, sólo tendremos por un lado secuencias de ADN y por el otro cuerpos para comparar, pero no tendremos cómo unir estos dos grupos de información.

¿Por qué llamarnos monos?

La gran pregunta de la evolución es ¿por qué no somos chimpancés? Por desgracia, el punto de vista de la hemoglobina no puede responder a esto, ya que niega la pregunta. Es necesario ser capaz de ver cuán diferentes son los humanos y los chimpancés antes de empezar a estudiarlos, y no queda muy claro si a los genetistas les interesa reconocer que su información no nos permite ver lo que a nosotros, como estudiosos de la evolución humana, nos interesa. Desde luego les interesa hacer creer que lo que ellos observan es más importante o más profundo que lo que uno ve, y el Proyecto Genoma Humano es una prueba de que ser tan orgulloso es muy efectivo.

Otro científico que podría tenerlo en cuenta debido a su interés por exagerar la relación entre el humano y el mono es el primatólogo. En primer lugar, los primatólogos que trabajan con los monos simplemente reciben más atención que aquellos que trabajan con otras especies. Jane Goodall fue pionera en ver a los "chimpancés como homúnculos" al tratar en un principio a los chimpancés de Combe como diminutas personas no desarrolladas. La primatología resultó interesarse principalmente en los problemas de conservación, partiendo del principio lógico de que no es posible estudiar primates si no los hay. El predominio de la conservación en la agenda de la primatología moderna dio como resultado el que la legislación en torno a la conservación tendiera a centrarse en el nivel de especies; por ello, entre más especies sean reconocidas, más poblaciones de primates figuran para ser salvadas de la deforestación y otras formas de destrucción del hábitat.

Esto llevó a que en los últimos 20 años se duplicara el número de especies de primates reconocidas oficialmente. De las 170 especies que aparecen en los textos de hace 20 años (Richard, 1985; Smuts *et al.,* 1987), actualmente se habla de más de 340 de ellas (Strier, 2006; Campbell *et al.*, 2006). Contar estratégicamente con una mayor cantidad de especies se conoce como inflación taxonómica, lo cual no se limita para nada a los primates. Como sea, el punto es que refleja un acuerdo con la realidad: hemos decidido que salvar a los primates es simplemente más importante que tabular su diversidad taxonómica con precisión, ya que si nos inclinamos por la precisión, amenazamos su supervivencia en el contexto sociopolítico, económico y ecológico

de la realidad moderna. Si queremos respaldar nuestras aproximaciones oficiales sobre la diversidad de los primates por el bien de la conservación, ¿qué es lo que pasa con los monos que están en grave peligro? Queda claro que la estrategia de exagerar sus similitudes con nosotros tiende a generar en el público una empatía hacia ellos.

De hecho, existe un movimiento muy bien articulado que, basado en estas similitudes, busca garantizar y extender los derechos humanos hacia los monos (Cavelieri y Singer, 1994). Humanizar al mono es una estrategia científica que no sólo le es útil a la genética, sino también a la primatología.

El interés más difundido por darle cualidades de mono al humano y al humano de mono quizás se desprende de un problema que no existía a mediados de siglo pasado: los creacionistas, que sólo comenzaron a definirse como un movimiento reaccionario en EUA en los años setenta. Existe un cierto optimismo ingenuo por allí que sostiene que centrarse en las similitudes entre humanos y monos ayudará a convencer a los creacionistas sobre la existencia de la evolución; lo cual, no obstante, es incorrecto por tres importantes razones.

Primero, que los cuerpos humanos y animales presentan semejanzas no es ningún secreto. Esto pudo observarlo en 1699 Edward Tyson, el primero en disecar a un chimpancé, aunque hacerlo no lo llevó de ninguna manera a pensar en la evolución. La noción también estaba explícita en el tratado de Pierre Belon del siglo XVI sobre las aves, que señala el parecido que hay entre las partes del esqueleto de las aves y el de los humanos; sin embargo, unos pueden extender sus extremidades anteriores y volar, y los otros no. De hecho, la mejor evidencia que tenemos de la existencia del canibalismo en la prehistoria es que nuestros ancestros remotos preparaban los cuerpos humanos exactamente de la misma forma en que carneaban a sus presas. Es fácil inferir que reconocían un parecido básico entre su propio cuerpo y el de su comida. Enfatizar el parecido de los humanos con otras especies no es por sí mismo un argumento de la evolución. Obviamente, es algo que la ciencia puede explicar por medio de la evolución, pero las semejanzas entre los humanos y otras especies no constituyen un argumento empírico para ello. Son conocidas y apreciadas de manera independiente al desarrollo de la teoría de la evolución y desde antes de que se hablara de ella.

Después, se sentó un mal precedente histórico por exagerar las continuidades entre los humanos y los monos. La primera generación de darwinistas tuvo que enfrentar una torpeza: querían demostrar la relación biohistórica existente entre las personas y los monos, pero les faltó evidencia diacrónica para hacerlo, es decir, no tenían un registro fósil que lo documentara a través del tiempo; sin embargo, se adentraron en una lucha retórica con los tradicionalistas, y tuvieron que encarar este problema, así que recurrieron a la imaginería predarwiniana en la que los africanos resultaban

ser intermediarios entre los europeos y los monos, principalmente por sus cráneos. A principios del siglo XIX, algunos naturalistas como Julien Joseph Virey pudieron contrastar los tres cráneos para probar su punto. Pero, como ya lo mencioné antes hablando de Cuvier, si no se cree en la Gran Cadena del Ser y no se cree en la evolución, entonces ¿cuál es el significado biológico de que los africanos sean intermediarios entre los europeos y los monos, teniendo en cuenta que su significado simbólico es obvio?

Algunas décadas después, Ernst Haeckel (1868/1876, p. 326) nos lo explica en ambos contextos, el de la evolución y el de la Cadena del Ser: "Sin tener aún restos fósiles del hipotético hombre primigenio[...] Pero considerando el extraordinario parecido entre los hombres peludos más primitivos y los monos antropomórficos más avanzados cuya existencia continúa hasta hoy, se necesita sólo un poco de imaginación para concebir una forma intermedia que una a los dos y para ver en ella un parecido aproximado con el supuesto hombre primigenio u hombre mono."

Todo lo que tenemos que hacer es observarlos, modificar un poco sus características y acomodarlas; Haeckel, desde luego, destacó por el uso de las tres prácticas.

En resumen, exagerar la continuidad entre los humanos y los monos nunca benefició a nadie. De hecho, algunos activistas a favor del Proyecto Gran Simio argumentan que los simios deberían gozar de derechos humanos puesto que son más inteligentes que los humanos que tienen discapacidades mentales. Aquí hay dos problemas: uno, nuestros derechos humanos no parten de nuestro coeficiente intelectual, de las calificaciones de la universidad ni de la inteligencia en general, por ello la comparación es irrelevante; dos, los discapacitados necesitan que se vele por sus derechos humanos, no que se los quiten, por ello la comparación es injusta. Siempre son los subalternos, los que menos pueden defenderse, quienes son comparados con los monos (Groce y Marks, 2000). Esto no es biología evolutiva; es la explotación de los monos como símbolos culturales.

De forma que notar las semejanzas entre los humanos y los monos no es un argumento para la evolución en sí, y exagerar la continuidad entre nosotros y ellos da más problemas que soluciones. Además, si queremos sobrevalorar nuestra ascendencia simiesca en una clasificación para refutar a los creacionistas, entonces terminamos con una agenda de biología establecida básicamente por ellos, lo cual, con certeza, no es una buena idea.

Si uno desea discutir con los creacionistas, hay que empezar por comprender que no se trata de su historia contra la nuestra, cuya narrativa es correcta, y no creo que muchos de los científicos que escriben al respecto hayan platicado con un creacionista. Se trata de las reglas y asunciones necesarias para construir un conocimiento científico a partir del vasto y creciente cúmulo de información, la información desarrollada un siglo o dos

antes de Darwin. Darwin fue una figura histórica importante, pero si nunca hubiera existido, igual todos aquí seríamos evolucionistas. Lo que separa a los científicos de los creacionistas es su noción de cómo producir conocimiento científico confiable. Es decir, se trata de cuestiones filosóficas: las asunciones del racionalismo, del naturalismo y del empirismo. No se trata de qué tan semejantes somos a los monos, sino de cómo creamos una interpretación científica a partir de esta semejanza y sobre los criterios para evaluar las tentativas alternas para hacer que esa información, o cualquier otra, sea razonable (Marks, 2009).

Por ello, llamarnos un tercer chimpancé, o incorporar a los chimpancés como otro tipo de humanos, como quiere hacerlo ahora Morris Goodman (Wildman *et al.,* 1993), no está ni cerca de convencer a nadie que sea, digamos, de mente abierta en lo que se refiere a la evolución.

Nuestros ancestros eran *Homo erectus*, sin embargo, nosotros no lo somos. No somos monos, aunque nuestros ancestros geológicos recientes lo eran; no somos changos, aunque nuestros ancestros aún más remotos lo eran; tampoco somos prosimios, ni reptiles, ni peces, aunque nuestros ancestros lo eran. Podemos entender muy poco de la condición humana a partir del estudio de los monos, y no podemos entender más partiendo del estudio de los humanos. ¿Por qué? Por la evolución. Llamarnos monos entonces no refleja mucho un descubrimiento del lugar que ocupan los humanos en el ostensible orden natural, pero refleja el privilegio cultural que concedemos a la herencia en el mundo contemporáneo y una decisión debatible para reducir las relaciones evolutivas de ancestría e ignorar todo aquello que la complemente o reemplace. Esta decisión sería considerada como insólita y retrógrada para crear la identidad de una persona. Hace medio siglo, los biólogos evolucionistas entendieron que para crear la identidad de una especie era igualmente insólita y la rechazaron por muy buenas razones darwinianas.

Bibliografía

Aronson, J. D. (2002), “Molecules and monkeys: George Gaylord Simpson and the challenge of molecular evolution”, *History and Philosophy of the Life Sciences*, núm. 24, pp. 441-465.

Campbell, C., A. Fuentes, K. MacKinnon, M. Panger y S. Bearder (eds.) (2006), *Primates in Perspective*, Nueva York, Oxford University Press.

Cavalieri, P. y P. Singer (eds.) (1994), *The Great Ape Project,* Nueva York, St. Martin’s.

Coyne, J. (2009), *Why Evolution is True,* Nueva York, Viking.

De Queiroz, K. y J. Gauthier (1992), “Phylogenetic taxonomy”, *Annual Review of Ecology and Systematics*, núm. 23, pp. 449-480.

Diamond, J. (1992), *The Third Chimpanzee,* Nueva York, HarperCollins.

Dietrich, M. (1998), "Paradox and persuasion: Negotiating the place of molecular evolution within evolutionary biology", *Journal of the History of Biology*, núm. 31, pp. 85-111.

Eldredge, N. y J. Cracraft (1980), *Phylogenetic Patterns and the Evolutionary Process: Method and Theory in Comparative Biology,* Nueva York, Columbia University Press.

Gilmour, J. S. L. (1940), "Taxonomy and philosophy", en Huxley, J. S. (ed.), *The New Systematics,* Oxford, Oxford University Press.

Goodman, M. (1963), "Man's place in the phylogeny of the primates as reflected in serum proteins", en Washburn, S. L. (ed.), *Classification and Human Evolution*, Chicago, Aldine.

_____ (1996), "Epilogue: A personal account of the origins of a new paradigm", *Molecular Phylogenetics and Evolution*, núm. 5, pp. 269-285.

Gregory, W. K. (1910), "The orders of mammals", *Bulletin of the American Museum of Natural History*, núm. 27, pp. 1-524.

Groce, N. y J. Marks (2000), "The Great Ape Project and disability rights: Ominous undercurrents of eugenics in action", *American Anthropologist*, núm. 102, pp. 818-822.

Haeckel, E. (1868/1876), *The History of Creation: Or the Development of the Earth and its Inhabitants by the Action of Natural Causes,* E. R. Lankester (trad.), Nueva York, D. Appleton.

Hagen, J. B. (2009), "Descended from Darwin? George Gaylord Simpson, Morris Goodman, and Primate Systematics", en Cain, J. y Ruse, M. (eds.), *Descended from Darwin: Insights into the History of Evolutionary Studies, 1900-1970,* Filadelfia, American Philosophical Society.

Hennig, W. (1965), "Phylogenetic systematics", *Annual Review of Entomology*, núm. 10, pp. 97-116.

Hooton, E. A. (1946), *Up From the Ape*, 2a ed., Nueva York, Macmillan.

Huxley, J. S. (1947), *Touchstone for Ethics,* Nueva York, Harper and Brothers.

_____ (1957), *New Bottles for New Wine: Essays,* Londres, Chatto & Windus.

King, M. C. y A. C. Wilson (1975), "Evolution at two levels in humans and chimpanzees", *Science*, núm. 188, pp. 107-116.

Marks, J. (1996), "The legacy of serological studies in American physical anthropology", *History and Philosophy of the Life Sciences*, núm. 18, pp. 345-62.

_____ (2002), *What It Means to be 98% Chimpanzee: Apes, People, and Their Genes,* Berkeley, University of California Press.

_____ (2009), *Why I am not a Scientist: Anthropology and Modern Knowledge,* Berkeley, University of California Press.

Mayr, E. (1969), *Principles of Systematic Zoology,* Cambridge, Harvard University Press.

Richard, A. F. (1985), *Primates in Nature,* San Francisco, W. H. Freeman.

Simpson, G. G. (1945), “The principles of classification and a classification of mammals”, *Bulletin of the American Museum of Natural History*, núm. 85, pp. 1-349.

_____ (1949), *The Meaning of Evolution,* New Haven, Yale University Press.

_____ (1961), *Principles of Animal Taxonomy,* Nueva York, Columbia University Press.

_____ (1963), “The meaning of taxonomic statements”, en Washburn, S. L. (ed.), *Classification and Human Evolution,* Chicago, Aldine.

_____ (1964), “Organisms and molecules in evolution”, *Science*, núm. 146, pp. 1535-1538.

Smuts, B., D. Cheney, R. Seyfarth y R. Wrangham (eds.) (1987), *Primate Societies,* Chicago, University of Chicago Press.

Sommer, M. (2008), “History in the gene: Negotiations between molecular and organismal anthropology”, *Journal of the History of Biology*, núm. 41, pp. 473-528.

Strier, K. B. (2006), *Primate Behavioral Ecology*, 3a ed., Nueva York, Allyn and Bacon.

Suárez-Díaz, E. y V. Anaya-Muñoz (2008), “History, objectivity, and the construction of molecular phylogenies”, *Studies in History and Philosophy of Biological & Biomedical Sciences*, núm. 39, pp. 451-468.

Wildman, D. E., M. Uddin, G. Liu, L. I. Grossman y M. Goodman (2003), “Implications of natural selection in shaping 99.4% nonsynonymous DNA identity between humans and chimpanzees: Enlarging genus Homo”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, núm. 100, pp. 7181-7188.

Wilkinson, M. (2002), *Cladistics*, *Encyclopedia of Life Sciences*, John Wiley & Sons, Ltd: Chichester, UK, disponible en <http://www.els.net/>DOI: 10.1038/npg.els.0001522>.

Yoon, C. K. (2009), *Naming Nature: The Clash Between Instinct and Science,* Nueva York, W. W. Norton.

Zuckerkandl, E. (1963), “Perspectives in molecular anthropology”, en Washburn, S. L. (ed.), *Classification and Human Evolution,* Chicago, Aldine.

Problemas altruistas darwinianos

Jorge Martínez-Contreras

En la teoría darwiniana de la supervivencia del más apto, aquellos individuos mejor adaptados a sus medios son aquellos que tienen mejores posibilidades de sobrevivir y, en consecuencia, de reproducirse. Por ello, el más adecuado (*fittest*) tiene más descendencia y esta descendencia comparte los caracteres adaptativos de sus progenitores lo que, puesto de manera más sencilla, da sustento a la teoría de la supervivencia del más apto: la selección natural favorece a los más fuertes, a los más "duros" y a los más saludables. ¿Pero qué significan estos conceptos siempre mal entendidos por los legos y a menudo desviados por los demagogos?

Tomemos el ejemplo del altruismo y de su difícil explicación en términos de la selección natural, estudio en que Darwin sigue siendo un autor actual.

En efecto, si se observa a la naturaleza con más cuidado, uno encontrará que no siempre parece actuar de la misma manera. Uno puede ver animales que son asombrosamente poco egoístas, la mayor parte del tiempo hacia su propia especie: por ejemplo, al ponerse algunos individuos en riesgo al producir un grito cuando se acerca un depredador, cosa que hacen muchas aves y mamíferos; el hecho de compartir comida con otros; de acicalarlos para quitarles parásitos, ya sea con las manos, ya sea con la lengua; adoptar a huérfanos, muchas veces alejados genéticamente del individuo, etcétera. Pero también hay actitudes que son altruistas hacia otras especies. Por ejem-

plo, es frecuente que en un ecosistema dado se peleen animales de diferentes especies sin llegar a lastimarse, un poco a la manera como en la domesticidad perros, gatos y ratones pueden llevarse bien y hasta jugar. Estos comportamientos plantean un problema hacia una visión estrictamente darwiniana de la naturaleza; este comportamiento es conocido como *altruismo*. ¿Cuál es el problema al respecto?

En este artículo deseamos analizar cómo Darwin propone, al estudiar comparativamente a primates no humanos y a sociedades de cazadores recolectores, temas que hacen de él un precursor de las contemporáneas pesquisas en torno al altruismo. En una primera parte veremos cómo las teorías de juego actuales deben mucho a las intuiciones del inglés; en una segunda y tercera partes, de carácter más histórico, discutiremos las intuiciones del joven Darwin, en particular durante el viaje del *Beagle* en Suramérica, en relación con posibles modelos primatólogicos para entender el comportamiento humano. Mostraremos, basándonos en las fuentes de su inspiración, cómo estas intuiciones del joven "geólogo a bordo" se encontrarán intactas en las elaboradas argumentaciones del maduro y consagrado naturalista.

Uno de los retos darwinianos más importantes era explicar cómo el altruismo pudiera haber evolucionado. Por ejemplo, considérese a una hormiga dentro de un gran enjambre de heminópteros, una hormiga guerrera en este caso, que da su vida para salvar al enjambre; un ave que profiere un grito de alarma para proteger a sus congéneres, pero que al mismo tiempo pone en alerta al depredador sobre su localización, lo cual la pone en peligro, muchas veces de vida, pues provoca la atención de aquél hacia el "guardián". Muchos ejemplos en otros grupos de animales, como mamíferos, hacen ver que frecuentemente los animales ponen en riesgo su vida al pelear contra depredadores mucho más fuertes con el fin de defender a sus descendientes o a miembros de su grupo. Este comportamiento del individuo que alerta a la tropa o que lucha en favor de miembros de la misma tiene un alto costo, que puede ser la muerte o la incapacidad de dejar descendencia, si se trata de un animal que no se ha reproducido, por ejemplo.

¿Cómo pudo un carácter de semejante altruismo transmitirse durante generaciones si los altruistas eran, siguiendo esta hipótesis, aquellos que serían más fácilmente eliminados por los depredadores? Uno pudiera preguntarse qué tipo de beneficio o de motivación podría haber tenido este autosacrificio. Desde el primer punto de vista, pareciera que un ave altruista tiene más posibilidades de ser víctima de un depredador y entonces de tener menos descendientes altruistas como ella. Eventualmente el altruismo tendería evolutivamente a desaparecer; sin embargo, debiera de haber, siguiendo esta lógica, incluso desaparecido antes de que se manifestara por primera vez.

Si hablamos del comportamiento altruista, ¿cómo podemos explicar este comportamiento, lejos de un punto de vista centrado en el organismo,

o fenotipo? Por ello, tratemos de imaginar un gene que causa que el organismo que contiene ese gene se comporte de tal suerte que las copias de él son hechas en otros organismos. En otras palabras, un pájaro, por ejemplo, está simplemente ayudando a otras aves que tienen el mismo tipo de gene que él transmite. Un gene que hace que su propietario actúe de esta manera tan particular, dejando todas las otras cosas en igualdad, es probable que sobreviva. Pero entonces la pregunta natural es si el altruismo es solamente dirigido a aquellos con el gene altruista. Si los pájaros sin el gene altruista se benefician de la ayuda tanto como aquellos que son favorecidos por el gene de la supervivencia del más apto, ¿cómo pueden seguir existiendo? No es fácil para un gene reconocer a otros genes en otros individuos, por lo que debe haber otra solución.

Si se comparte el mismo gene, una manera de incrementar la probabilidad de altruismo es alcanzar su verdadera meta y ésta es conservar a la "familia". Si hay un gene para comportarse altruistamente, entonces los miembros de la familia tienen más probabilidades de heredar el mismo gene, que de manera aleatoria para el resto de la población. Mientras más cercano sea el miembro de la familia, mayor será la posibilidad de compartir el gene.

Si, por ejemplo, un individuo tiene la elección de salvar su propia vida o las vidas de dos hermanas o de ocho primos o de cualquier otra cantidad de parientes más alejados, entonces la teoría de la supervivencia del más apto sería indiferente en relación con la elección, si tuvieran el mismo número de genes. Pero, por otro lado, podría ese individuo salvar tres hermanas en vez de nueve primas y entonces la teoría favorecería la idea de un acto de sacrificio: salvar a mi familia en vez de salvar mi vida. Pero veamos con más cuidado esta teoría que nos plantea el dilema de cómo ser a la vez darwinista y altruista.

La idea de *fitness* en la teoría de Darwin se refiere a la habilidad de un individuo para sobrevivir y reproducirse y, en consecuencia, pasar a la generación siguiente sus genes. Si una madre da su vida por sus descendientes, la madre deja de existir pero, desde otro punto de vista, continúa existiendo en su descendencia desde el punto de vista genético. Sin embargo la madre, como individuo, no se ha beneficiado de su propio altruismo, solamente la mitad de su código genético sobrevive, puesto que esta mitad de código deberá combinarse con el individuo de otro sexo, masculino en este caso, para producir la nueva descendencia.

Esta nueva definición del fitness entonces cambia el foco desde el fitness de un individuo hasta el fitness de una familia, lo que trae en consideración la supervivencia de los relativos de dicho individuo. La evolución ya no es vista simplemente como un proceso de selección individual, sino como un proceso de selección familiar.

Aunque esta selección basada en la familia parece ser una buena explicación del rompecabezas, por lo menos en teoría, hay muchas preguntas

inmediatas que saltan a la mente. Ayudar al propio grupo familiar muchas veces va en una dirección, aunque uno pudiera esperar que fuera un proceso en dos direcciones, como en el caso de una simetría entre genes. Ahora bien, ¿qué tan práctico es el proceso de seleccionar a los propios relativos, a los propios familiares?, ¿cómo pudiera uno diferenciar a los miembros en el mismo grupo, en la misma parvada, en el mismo cardumen, si son familia o no?; en particular, ¿cómo diferenciarlos si pudiera existir una relación que llamaríamos en este caso secreta, es decir, no conocida directamente?

Los modelos en la teoría del juego

Veamos ahora las matemáticas en la teoría del juego. En este punto, por lo menos, podemos pensar como conclusión que es muy difícil de explicar el comportamiento altruista en todas sus circunstancias. Tal vez exista una solución que pueda ser encontrada en la matemática como ciencia abstracta y solucionadora de problemas abstractos (Weibull, 1995); sin embargo, sería útil tomar un punto de vista diferente del asunto en su conjunto.

Tal vez lo que parece altruismo es algo que aventaje precisamente al altruista. Preguntémonos: ¿dos partes pueden estar intercambiando favores altruistas y a la vez las dos pueden verse beneficiadas por el mismo intercambio? Otra pregunta que viene a la mente es: incluso cuando todo el mundo sabe que la cooperación es buena para todos, ¿por qué un miembro haría trampa, siendo que esto es más benéfico desde el punto de vista egoísta y no altruista? Si todos cooperáramos, a todos nos iría mucho mejor; pero los mejores individuos deben perseguir su propio interés, en cuyo caso entonces cada quien acaba mucho peor.

Un cambio similar de comprensión del fenómeno sucedió también en la teoría económica a partir de la década de 1950 (Fernández *et al.*, 1998), cuando la teoría de juegos fue por primera vez introducida en esa disciplina. Inicialmente, esta teoría estaba dirigida a resolver el problema de cómo aprovisionar a una teoría para la economía y el comportamiento estratégico donde las personas actúan directamente, en vez de la perspectiva tradicional del mercado (Howard, 1971). Aquí, los juegos son solamente usados como una metáfora para interacciones más serias en el ecosistema general (Maynard-Smith y Price, 1973), pero la teoría de juegos se dirige a las serias interacciones que usan la metáfora del juego. En esas interacciones, la elección individual es esencialmente una estrategia, y el resultado de la interacción depende de las estrategias escogidas por cada uno de los participantes. En esta interpretación, un estudio de los juegos podrá, sin duda, decirnos algo más serio sobre las interacciones.

En la teoría no clásica de la economía (Viner, 1991), escoger racionalmente era maximizar las ventajas o beneficios para el individuo. Desde este

punto de vista, habría un problema en matemáticas: escoger la actividad que maximice los beneficios en cualquier circunstancia. Entonces, podemos pensar en elecciones económicas racionales como la solución a problemas matemáticos; pero en la teoría del juego, el caso es aún más complejo, puesto que el resultado depende no sólo de las propias estrategias sino también, y de manera más directa, de las estrategias que han sido escogidas por otros individuos, por lo tanto, ¿podemos todavía pensar en la elección racional de estrategias como un problema matemático y maximizar los beneficios de un grupo interactuando con otros que deciden?[1] Veamos.

Ahora que nos hemos dado cuenta de que tenemos que movernos en una dirección similar a la economía, tal vez podríamos consultar a los expertos en relación con la teoría de juegos: sobre este punto. Axelrod y Hamilton (1981; 2006) trabajaron en un famoso problema en la teoría de juegos: el dilema del prisionero. ¿Cómo exactamente enfrentan ellos este problema? La meta racional de un individuo, que está empujado por su propio interés, lleva a un resultado que acaba no favoreciendo a nadie. Imagínense a dos compañeros en un crimen que están siendo interrogados al mismo tiempo; cada uno tiene dos opciones: cooperar con el otro y quedarse callado, o traicionar a su compañero y confesar. En el caso C (no confesar), en el que ambos son solidarios, entonces la policía no puede obtener mucho de ellos y los dos pueden acabar obteniendo una sentencia más ligera, vamos a decir, de dos años; si uno traiciona y el otro se queda callado, entonces el traidor posiblemente tendrá una sentencia más ligera, tal vez un año (caso B), pero el solidario obtendrá la sentencia más larga, digamos de diez años, lo que sería el peor resultado y el final del juego (caso S). En otro escenario en que ambos se traicionan entonces tendrían una sentencia, vamos a decir, de seis años, mucho más alta de la que hubieran obtenido no cooperando con la policía, es decir, si ninguno de los dos hubiera hablado, y a éste le llamaríamos el caso D.

Entonces tenemos aquí cuatro resultados: B es el mejor resultado y S es el peor desde un punto de vista individual, puesto que en un orden de preferencias tendríamos B, C, S, D. Deberíamos darnos cuenta que esto es un juego cuyo resultado no es igual a cero. En un juego cuyo resultado es igual a cero, mi pérdida es la ganancia del contrincante; por ejemplo, si estamos tratando de dividir una cierta suma de dinero en el banco entre dos, cualquier cantidad encima de 50% para mí es una pérdida para el otro. Por otro lado, en un juego no igual a cero yo puedo realmente ganar sin perder. En el caso de los sospechosos cada uno de ellos tiene que hacer una decisión sin poder saber lo que el otro ha hecho. ¿Qué haría un sospechoso racional?

La respuesta es muy sencilla: traicionaría a su compañero en el crimen. Independientemente de lo que el otro sospechoso hace, la traición siempre

[1] A esto se le llamó el equilibrio de Nash.

paga mejor que la cooperación. Éste es el racionamiento más simple que uno debería de seguir. Supóngase que mi compañero en el crimen coopera. A mí también me podría ir muy bien cooperando, podría obtener dos años, como era nuestra hipótesis (C). Pero existe aún una mejor manera de traicionarlo a él, puesto que yo podría obtener un año en vez de dos (B). ¿Pero qué tal que él me traiciona a mí? Si yo me quedo callado entonces lo peor que me va a pasar es que voy a obtener diez años (S); en consecuencia, debiera mejor traicionar y obtener seis años (D). En suma, lo que estamos diciendo es que en esta segunda línea en el cuadro siempre es más favorable que la primera línea, por lo tanto, poco importa qué suceda, un prisionero racional siempre debe traicionar a su compañero.

Pero ahí viene un dilema, si es benéfico para ambos traicionar, haga lo que haga el otro, si ambos traicionan, a cada uno le va menos bien que si ambos hubieran cooperado. Pensar qué es lo mejor para cada individuo lleva a una traición mutua; no es agradable, cuando a todos les hubiera ido mejor con una cooperación mutua.

Afortunadamente, el dilema tiene una solución en nuestro caso. Hasta ahora solamente hemos jugado con el juego una vez. ¿Pero qué sucedería si las partes juegan repetidamente y por un número indefinido de veces? Después de cada vez que juegan, saben lo que pueden esperar más tarde. Bajo tales condiciones puede existir realmente una cooperación estratégica para los jugadores que los hace exitosos; esto es más o menos una versión desviada de la cooperación definida anteriormente en el dilema del prisionero. Antes que nada, nos damos cuenta que traicionar no es la mejor estrategia, sabiendo que uno se va a encontrar con el otro individuo otra vez en el futuro. Más bien, consideremos esta estrategia natural que llamaríamos palo por palo, en la que se trata de no traicionar, sino de imitar al otro a partir de su primer movimiento y responder golpe por golpe cuando se es traicionado. El resultado es una estrategia muy cooperativa que puede contribuir a la supervivencia, aunque inicialmente sufre una serie de retos que tienen que ver con las estrategias de la traición. Y esto puede ser una situación estable que no disminuye de golpe.

Para que esta estrategia de golpe por golpe tenga la posibilidad de funcionar, una proporción crítica de los individuos tiene que cooperar; de otra forma, las estrategias de traición inmediatas simplemente destrozarían a las cooperativas y dominarían todo el sistema. Pero una vez que el número de individuos que adoptan la estrategia de golpe por golpe es mayor que el promedio crítico en la población, entonces sobrevive y llega a un promedio estable que puede soportar cualquier otra estrategia.

La teoría de Axelrod es bella y fácil de comprender, pero otra vez plantea toda una serie de nuevos problemas. En primer lugar, ¿qué tan frecuentemente la población es capaz de alcanzar el nivel crítico?; y en segundo, ¿qué

tipo de memoria deben de tener los individuos para encontrarse en posibilidades de ejecutar la estrategia golpe por golpe?

Si queremos adoptar una perspectiva que ponga en fructífera relación a la biología con las ciencias sociales con el fin de lograr que cualesquiera de estos modelos se aplique a lo que vemos en la naturaleza, tenemos que ser muy demandantes en cuanto a las características de los individuos que conforman a la población estudiada. Cada vez que nos encontramos con una nueva aproximación a un modelo extendido es difícil explicar muchas de las características del comportamiento altruista, incluso en casos idealizados. ¿Pueden haber genes altruistas capaces de reconocer a los otros genes altruistas llevados por otros individuos?, o ¿todos los individuos debieran tener una memoria bien desarrollada que recordara todos los movimientos que han sido hechos por otros individuos en la población? Lo segundo parece casi imposible, pero lo primero nos arroja a una posición idealista difícil de probar científicamente. Sin embargo, la filogenia de un comportamiento implica que éste debe ser transmitido para poder seguir manifestándose, aunque difícilmente se pueda saber cómo surgió en primer lugar.

Estos análisis modernos, desconocidos obviamente para Darwin son, como mostraremos, perfectamente compatibles con sus intuiciones y propuestas al respecto. Veamos ahora, sobre sus fuentes, la génesis de las mismas.

Darwin y el surgimiento de la problemática sobre el altruismo: fueguinos y papiones

Muchas de las intuiciones del joven Darwin permanecieron en el pensamiento del Darwin maduro (1871). En efecto, durante el largo viaje de cinco años a bordo del *Beagle* (1839), Darwin tuvo la oportunidad de entrar en contacto con sociedades de cazadores-recolectores –hoy desaparecidas–, los fueguinos, cosa que prácticamente ningún naturalista, antes de él, había tenido la ocasión de experimentar con ninguna otra sociedad semejante.

En efecto, en el verano austral de 1833, el *Beagle* recorre nuevamente la Tierra del Fuego. Este viaje, que tanta importancia tuvo para el desarrollo de la teoría de la evolución, tenía como antecedente fundamental la necesidad de "devolver" a tres fueguinos sobrevivientes de los cuatro que el joven capitán Fitzroy capturara unos años antes, como castigo porque le habían robado una barca ballenera.

A bordo de ese barco iba también el pintor holandés Martens, quien dejara extraordinarias acuarelas que nos permiten ahora comparar la situación en 1833 con la de 1892, fecha de un viaje científico francés al Cabo de Hornos (Hyades y Deniker, 1891), cuando también se tomaron fotos.

Lo que es interesante destacar ahora es que el sentir muy personal expresado por Darwin, 40 años después de esta visita, al final de *The Descent of*

Man, and Selection in Relation to Sex (1871), obra donde nuestro naturalista reflexiona, entre otras cosas, sobre las diferentes culturas humanas conocidas –recordemos que los homínidos eran entonces ignorados como tales, a pesar del descubrimiento del cráneo del Hombre de Neandertal en 1857– al señalar una preferencia hacia los babuinos o papiones frente a los fueguinos, como sus posibles ancestros:

> Yo, por mi parte, preferiría sin dudarlo descender [...] de aquel **viejo babuino quien, descendiendo desde las montañas, se llevó en triunfo a su joven compañero frente a un grupo de asombrados perros** más que de un salvaje que se deleita torturando a sus enemigos, oficia sangrientos sacrificios, practica el infanticio sin remordimiento, trata a sus esposas como a esclavas, no conoce decencia alguna y es habitado por las más groseras supersticiones (1871, pp. 404-405) (énfasis nuestro).[2]

Decimos que esta provocativa afirmación es muy personal puesto que desde un punto de vista científico, el Darwin de 24 años decía también sobre los fueguinos: "así eran nuestros ancestros". El hombre que escribe esto casi 40 años después, es ya un naturalista conocido y de gran prestigio. Como sabemos, también se le atribuía a Darwin el haber afirmado que descendíamos de los monos, cosa por demás incorrecta pues en todo caso él pensaba que teníamos un ancestro común, es decir, que éramos, a lo más, primos. Había entonces también algo de provocación e ironía en este párrafo. Pero, como lo señalaremos más adelante, el inglés había quedado fuertemente impactado por la lectura de la obra de divulgación de un ornitólogo y colector de animales alemán, Alfred Brehm. Por otro lado, las condiciones de vida de los fueguinos le habían provocado más compasión que admiración y su comportamiento más rechazo que empatía.

Por este motivo queremos preguntarnos, ¿qué era lo que realmente sabían los ingleses sobre los ya desaparecidos fueguinos?, ¿cuál era el recuento original de Brehm sobre el valiente babuino que salva a un pequeño de una jauría? y, ¿cuáles pudieran ser los significados biológicos y morales de esta elección darwiniana?

En efecto, 150 años después de la polémica aparición de *El origen de las especies* y 120 de *The Descent of Man,* tanto la primatología como la an-

[2] "For my own part I would as soon be descended (...) from that **old baboon, who, descending from the mountains, carried away in triumph his young comrade from a crowd of astonished dogs** — as from a savage who delights to torture his enemies, offers up bloody sacrifices, practices infanticide without remorse, treats his wives like slaves, knows no decency, and is haunted by the grossest superstitions."

tropología social y biológica han hecho enormes progresos, adquiriendo un amplio conocimiento en relación con el comportamiento de las miles de culturas humanas y de los cientos de especies de otros primates.

En cuanto a cuál pudiera haber sido el conocimiento de los europeos sobre estos dos grandes grupos de organismos, los humanos y los monos y simios, pensamos, en primer lugar, que el párrafo citado de Darwin refleja una síntesis de sus pensamientos en relación con los humanos en el mundo vivo, así como su posible progreso moral. Como dijimos, el inglés expresa un deseo, no un hecho. Darwin nunca dice que descendemos de los actuales primates. Más bien, que probablemente descendemos de formas ancestrales similares. Por otro lado, esta frase proviene de la comparación del babuino *Papio hamadryas*, considerado un ser instintivo en su comportamiento, con una cultura humana con poca instrucción, cultura que, como todas las humanas, supuestamente se regiría más por la razón que por el instinto.

Los ingleses no sabían, a pesar de haber capturado a cuatro fueguinos y recorrido la zona varias veces, que se encontraban frente a cuatro culturas física y lingüísticamente diferentes entre sí, todas ellas de cazadores-recolectores. Existían entonces los humanos de las barcas, los alakaluf en la zona oeste de la Tierra del Fuego, y los yagán o yámana en el este. En cuanto a los hombres de tierra, estaban los selk-nam, mejor conocidos como ona, en casi toda la Tierra Grande de Tierra del Fuego, así como los haush, que habían sido replegados por los primeros hacia las marismas y tierras poco interesantes de la punta sur de dicha isla. Como dijimos, el *Beagle* regresaba a sus tierras de origen a tres de los cuatro sobrevivientes fueguinos capturados años antes. Sobre éstos, Anne Chapman (1982) piensa que dos eran de la cultura alakaluf y que el más conocido de ellos, Jeremy Button, era yagán. En efecto, Jeremy Button, acompañado de un sacerdote evangelista y ayudados por una serie de instrumentos modernos, quisieron transformar y "civilizar" a la vez a la cultura yagán introduciendo la agricultura entre pescadores. Como era de esperarse, este intento fue un rotundo fracaso sólo debido a la incompetencia eurocéntrica de los navegantes ingleses. Los detalles de este intento son motivo de otro trabajo.[3]

En todo caso, Darwin pudo hablar y observar tanto a los fueguinos "civilizados" y "vestidos a la inglesa" que traía el barco como a los mismos habi-

[3] Por motivo de espacio, estudiaremos en otro trabajo la extraordinaria historia de cuatro fueguinos –capturados como rehenes, por Fitzroy, el capitán del *Beagle,* en un viaje anterior, con el fin de recuperar una lancha ballenera– a quienes se quiso "civilizar" con aparente éxito. Una razón para el segundo viaje del *Beagle* a Tierra del Fuego fue la necesidad moral –aunque también etnocéntrica de "civilizar" a los "salvajes" (dos de ellos alakalufs)– de regresar a los tres sobrevivientes "civilizados" a su patria. Estaba, entre ellos, el yagán Jeremy Button (*El'leparu*, en yagán). El esfuerzo "civilizador" resultó un dramático fracaso.

tantes de la zona. Los primeros que fueron vistos, fueron probablemente del grupo haush, puesto que se encontraban en la punta sur de Tierra Grande. Al verlos, Jeremy pidió inmediatamente que se les disparara puesto que "eran malos". En efecto, los selk-nam y los haush, de origen patagón, de mucha mayor estatura que los yaganes y cazadores-recolectores terrestres, eran grandes enemigos de aquéllos, más pequeños en estatura y cazadores-recolectores embarcados, quienes hacían también chozas en tierra firme. Como suele suceder, los nombres de los grupos reportados por los primeros viajeros –y que se mantuvieron sin cambios, como en el caso de los onas– son los que sus enemigos les daban, no los propios. Ona quedó como referencias a las dos culturas ya citadas que habitaban la Gran Isla Tierra de Fuego, culturas hoy extintas, como todas las de la región.

Sin embargo, hasta donde hemos podido ver, la mayoría de los encuentros e intercambios que tuvieron lugar con los aborígenes fueron con los yaganes. Éstos estaban divididos en comunidades o tribus, de tal suerte que había siempre tensiones territoriales en el interior de la misma cultura. No obstante, la total ausencia de una información antropológica impidió que Darwin o Fitzroy, quienes escribieron memorias *ad hoc*, pudieran percatarse de estas diferencias.

En todo caso, los fueguinos fueron importantes sujetos de estudio por dos razones: por un lado, pudieron haber sido de los más primitivos seres humanos de la Tierra (ahora sabemos que eso no es cierto); por el otro, eran sin duda un conjunto de culturas humanas que lograban sobrevivir en uno de los lugares menos hospitalarios del planeta, cosa cierta. Es así como relata su recuerdo de esta primera visión de los fueguinos, de los haush:

> Nunca olvidaré el asombro que resentí cuando vi por primera vez a un grupo de fueguinos en una salvaje e inhóspita playa, puesto que la reflexión que inmediatamente se apresuró a entrar en mi mente fue: "así eran nuestros ancestros" (Darwin, 1871, p. 404).[4]

Podemos estar de acuerdo con Darwin sobre sus comentarios en torno a las difíciles condiciones ecológicas a las cuales se enfrentaba este pueblo. Pero, como veremos más adelante, difícilmente podemos coincidir con los demás comentarios y aseveraciones del inglés.

En relación con el comportamiento de simios y monos comparados con los de los humanos, Darwin no tuvo la misma experiencia existencial en Tierra del Fuego que observando a nuestros primos genealógicos. Su conoci-

[4] "The astonishment which I felt on first seeing a party of Fuegians on a wild and broken shore will never be forgotten by me, for the reflection at once rushed into my mind—such were our ancestors."

miento de los primates no humanos estaba sin duda limitado a animales en cautiverio, en zoológicos –donde notó, desde 1833, la extraordinaria atención que los orangutanes ponían en los humanos–,[5] a lecturas de naturalistas de campo, que más adelante señalaremos, y tal vez también a la observación de mascotas en el Brasil (aunque no hayamos encontrado nada sobre esto en sus memorias), en vista de que los monos suramericanos, arbóreos, son difíciles de observar en la naturaleza. Pudiera haber tenido la idea, muy generalizada en Europa, de que los monos eran divertidos pero seres inútiles, ya que menciona, al observar a fueguinos que parecían no estar haciendo nada, que eran como monos (esta observación debe haber sido hecha cuando los fueguinos actuaban calmadamente, porque de otra manera los ingleses tenían miedo de ellos). Su conocimiento de la vida salvaje de los monos viene principalmente de la lectura del libro exitoso de Brehm, *Thierleben* (1876). Fue ahí en donde Darwin encontró el relato sobre un valiente babuino que arriesgó su vida para tratar de salvar a un infante acosado por una jauría. Este relato lo marcó tremendamente y pensó que los fueguinos no eran capaces de altruismo como los babuinos (*Papio hamadryas*) de Etiopía. Estos bellos animales, identificados por los egipcios con el dios Thoth, en efecto confrontan hasta cierto punto (pero no dan su vida ciegamente) a sus depredadores para salvar a sus congéneres, en especial a sus crías (Fig. 4). Si la apreciación de Darwin sobre los *hamadryas* es correcta, aquélla sobre los fueguinos es injusta, aunque corresponde a lo que los ingleses podían pensar al respecto en esa época.

En relación con las culturas humanas suramericanas, debemos recordar que los patagones (tehuelches), probablemente de la cultura aónikenk, fueron vistos por primera vez y descritos por Pigafetta (cronista de Magallanes) como amables gigantes. Por cierto, ninguno de los miembros de la expedición de Magallanes vieron a los fueguinos; observaron eso sí sus fogatas que sabemos ahora son el instrumento de indicación de que algo muy grande, tal como una ballena varada o una embarcación desconocida, estaba llegando. Fue así como nació el nombre de Tierra de Fuego. Sabemos ahora que tanto tehuelches como selk-nam eran, sin duda, muy altos en relación con la población europea de entonces, 1.80 m o más (Fig. 3) tal como la expedición francesa al Cabo de Hornos (ESCH) de 1882 (Hyades) estableció. También eran mucho más altos y tenían piernas más robustas que la gente de los barcos, los yaganes y alakalufs, tal como se puede comparar la Figura 3 con el famoso dibujo de un yagán con su canoa realizado

[5] "Había una nueva curiosidad en el zoológico de Londres y Darwin fue a verla. Se trataba de una orangutana llamada Jenny. Aquél estaba fascinado con ella y pasó varias horas observándola. Pareciera que Jenny expresaba emociones de la misma manera que un niño humano. ¡Darwin quedó fascinado!", en http://www.aboutdarwin.com/timeline/March.html.

por Martens (Fig. 1), así como con la foto de una pareja yagán realizada en dicha expedición (Fig. 2).

No tenemos espacio para mencionar las subsecuentes visitas europeas ni tampoco la destrucción de esas culturas por los ganaderos europeos de ovejas.

En relación con el incidente del valiente babuino, nos preguntamos: ¿por qué sólo un animal bajó a ayudar al infante, ya que normalmente los babuinos atacan en grupo a sus enemigos?, ¿qué raza de perros acompañaban a Brehm en su partida de caza?

Darwin parece proyectar en los fueguinos la idea europea del "salvaje", la que proveía una justificación moral de actos cometidos durante cuatro siglos de conquista del mundo. Si comparamos a los fueguinos con los babuinos, tal como lo hace Darwin, ¿qué encontramos?

Lo primero que debemos señalar es que no "disfrutan torturando a sus enemigos", aunque la vida entre los diferentes grupos distaba mucho de ser pacífica; los habitantes de la tierra atacaban a menudo a los habitantes de las lanchas. Entre ellos mismos había violencia puesto que los selk-nam empujaron a los haush, los primeros habitantes de la isla de la Gran Tierra, hacia las marismas del sureste. Es así como los haush, que vivían de la caza del guanaco, tuvieron que reconvertirse en cazadores terrestres de leones marinos. Los yaganes eran, como los alakaluf, "gente de canoas". Pasaban la mayor parte del día en sus lanchas, aunque construían cabañas para dormir, mismas que cambiaban de lugar siguiendo las necesidades de pesca y recolección de moluscos.

Por otro lado, ni los fueguinos ni los babuinos ofrecían sacrificios. Esto es más bien un comportamiento de sociedades agrícolas.

En relación con el infanticidio, los babuinos lo realizan. Muy probablemente los fueguinos también, pues todas las culturas humanas lo practican. Que tuvieran remordimientos o no, no lo podemos saber. Y no podemos atribuir ese sentimiento a los babuinos.

¿Acaso los fueguinos trataban a sus mujeres como esclavas? Las sociedades de cazadores-recolectores son mucho menos machistas que las agrícolas; en el caso de los yaganes, los ingleses y Darwin –que distaban de ser feministas– estaban eso sí asombrados de ver lo mucho que hacían en sus rutinas diarias las mujeres. Colectaban moluscos en la costa, buceando desnudas; pescaban, mantenían prendidas las fogatas y cocinaban, mientras que los hombres no parecían hacer nada durante todo ese tiempo.

Los selk-nam, quienes usaban una piel de guanaco mucho más grande que los yaganes, hacían la mayor parte de sus actividades, como la caza, desnudos. Decenios más tarde se mostró cómo podían dormir con parte de sus miembros expuestos a temperaturas bajo cero, cosa que inclusive ningún inuit lograría. Tenían sin duda una adaptación física, no sólo cultural, a su ecosistema, pero toda esa información ya se perdió para la ciencia. Por ello, cuando Darwin

dice “no conocían decencia alguna” probablemente se refiere a la manera como tan fácilmente se desnudaban. Pero tenían, como todas las culturas humanas, reglas de decencia. La más obvia de éstas era la de usar un taparrabos (las culturas amazónicas, que deambulan totalmente desnudas y sin taparrabos, tienen reglas precisas de cómo sentarse decentemente, por ejemplo). Entre los babuinos y entre la mayoría de los otros mamíferos, hay posiciones que un animal puede o no puede adoptar, dependiendo de qué individuos estén a proximidad. Ahora bien, no podemos llamarle a esto un comportamiento “decente”.

Finalmente, nuestro naturalista afirma que los fueguinos “estaban habitados por las peores supersticiones”. Pero entonces todas las sociedades humanas –incluyendo a la de Darwin– tienen creencias religiosas y míticas que son, después de todo, supersticiones. Por ello, tampoco hay diferencia en eso. Y como no hay nada más cercano a la superstición que el comportamiento instintivo, podemos decir que los babuinos son, en efecto, supersticiosos.

En conclusión, las discusiones actuales sobre altruismo confirman que Darwin fue un gran precursor en esa problemática, además de ratificar otras temáticas actuales sobre evolucionismo. Varias veces se ha creído que el descubrimiento de diversos fenómenos que Darwin ignoraba o no podía explicar –como la genética– darían al traste con su teoría de la evolución por medio de la selección natural; sucedió todo lo contario: su teoría se vio reforzada al integrarse en ella nuevas ciencias y datos.

El altruismo es tan paradójico como la selección sexual: si le conviene a un ave macho, por ejemplo, ser atractivo para dejar más descendencia, no le ayuda en su supervivencia como individuo, pues sus “atractivos” también lo son para sus depredadores. Al respecto, con el altruismo mostramos, en la primera parte, cómo no le conviene a un individuo “intencional” ser altruista al inicio; el altruismo sólo funciona en bien del conjunto de las personas “que juegan” (o del conjunto de una población biológica) cuando hay repeticiones, cuando hay generaciones de altruistas. Pero esta intuición ya la tenía Darwin. Hay entonces una paradoja evolutiva que aún no logramos explicar en su complejidad, y que abordaremos en otro trabajo.

En la segunda parte quisimos analizar sus apreciaciones en torno al comportamiento animal, de monos en particular, a pesar de que parece sólo haber observado con cuidado a una hembra de orangután y leído lo demás. Darwin era sin duda un buen etólogo, un buen observador e interpretador del comportamiento animal. Pero en relación con “los salvajes”, el sesgo etnocéntrico de su cultura se mezcla con una creencia perfectamente lamarckiana en el sentido de que los humanos pueden modificar la naturaleza de su comportamiento –instintiva al inicio– con el tiempo para volverse, gracias a la educación (aunque la aculturación de los fueguinos del *Beagle* falló, para los ingleses habían aquéllos adquirido algo que los hacía superiores a sus congéneres *in situ)*, menos egoístas que los fueguinos “salvajes” que obser-

vó. La existencia de los cazadores-recolectores que viven en una aparente abundancia de recursos –faenan menos horas que los agricultores– no hacen grandes reservas alimentarias, lo que los obliga a tener pocas posesiones, a moverse mucho, y a disfrutar de un gran territorio de caza y de pizca, es algo que ni Darwin ni los europeos antes del siglo XX comprendieron.

Lo que destacamos, en síntesis, es que si el altruismo es para Darwin una de las más altas normas de la moralidad, los papiones serían en cierta manera moralmente superiores a los humanos, pues lo son de manera instintiva y no aprendida, como sucede con las personas.

Bibliografía

Axelrod, R. y D. Hamilton (1981), "The Evolution of Cooperation", *Science,* núm. 211.

Axelrod, Robert (2006), *The Evolution of Cooperation* (edición revisada), Perseus Books Group.

Brehm, A. E. (1876), "Säugethiere: 1. Affen und Halbaffen, Flatterthiere, Raubthiere", *Thierleben,* Leipzig, Verlag des Bibliographischen Instituts.

Chapman, A. (1982), *Drama and Power in a Hunting Society: the Selk-nam of Tierra del Fuego,* Cambridge, Cambridge University Press.

Darwin, Ch. (1871*), The Descent of Man, and Selection in Relation to Sex,* Londres, Murray.

Darwin, Ch., *Charles Darwin's Beagle Diary, disponible en http://darwin-online.org.uk.*

Fernández, L. F. y H. S. Bierman (1998), *Game theory with economic applications*, Addison-Wesley.

Howard, N. (1971), *Paradoxes of Rationality: Games, Metagames, and Political Behavior*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.

Hyades, P. y J. Deniker (1891), "Anthropologie et ethnographie", *Mission scientifique du cap Horn 1882-1883,* t. VII, París, Ministères de la Marine et de l'Instruction Publique.

Martínez-Contreras, J. (1992), "L'émergence scientifique du gorille", *Revue de Synthèse,* núms. 3-4, pp. 399-421.

_____ (2009*)*, "Les primates de Buffon 250 ans après", en Bernez, M. O. (ed), *L'héritage de Buffon,* Dijon, Université de Bourgogne.

Maynard-Smith, J. y G. R. Price (1973), "The Logic of Animal Conflict", *Nature,* núm. 246.

Poundstone, W. (1992), *Prisoner's Dilemma: John von Neumann, Game Theory and the Puzzle of the Bomb,* Anchor.

Viner, J. (1991), *Essays on the Intellectual History of Economics,* Princeton, Princeton University Press.

Weibull, J. W. (1995), *Evolutionary Game Theory*, MIT Press.

Figura 1. Yagán desconocido. Acuarela por Martens, 1833 (Foto ©Jorge Martínez, BNF).



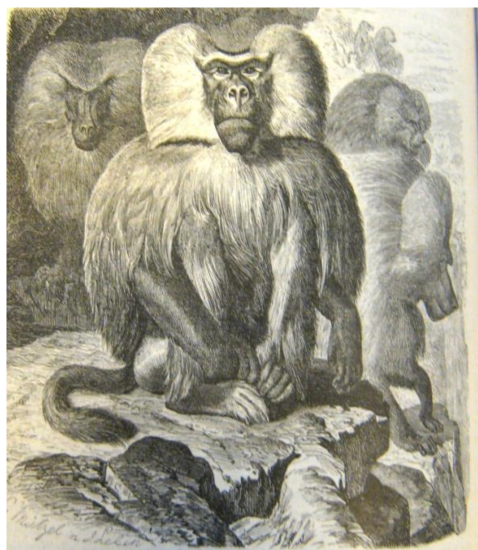
Figura 2. Pareja de yaganes, nótense las piernas delgadas (ESCH, 1882) (Foto ©Jorge Martínez, BNF).



Figura 3. Pareja de selk-nam (ona). Nótese la piel larga de guanaco con el pelambre hacia fuera. (ESCH, 1882) (Foto ©Jorge Martínez, BNF).



Figura 4. Papión, dibujo en *Thierleben* de Brehm (Foto ©Jorge Martínez, BNF).



Darwin y la obra de José María Velasco. Una visión científico-artística

Ineke Phaf-Rheinberger

José María Velasco (1840-1912), el artista y científico extraordinario, nació en Temascalcingo, una pequeña ciudad al sureste de la Ciudad de México. Se conocen muchos detalles de su vida debido a que María Elena Altamirano Piolle, su bisnieta, publicó *National Homage* (1993) en dos volúmenes, de su obra y vida, para cuya documentación podía hacer uso de los documentos y recuerdos del archivo de la familia. Cuando Velasco tenía nueve años, la familia se mudó a la capital, donde descubrió su interés en dibujar. Insistió en entrar a la Academia San Carlos, primero como estudiante de noche y, tres años más tarde, en 1858, como estudiante regular. El comienzo de sus estudios coincidió con la llegada del pintor italiano Eugenio Landesio, un dato decisivo, ya que con él se contrataba el primer Profesor de Vistas Paisajistas en México. Xavier Moyssén resume que desde "su encuentro con Landesio su destino [de Velasco] como artista estuvo bien definido" (1991, p. 9).

Landesio introdujo en sus estudiantes el concepto de ir dibujando en la naturaleza, es decir, "on the spot" en los alrededores de la ciudad. Estos recorridos contribuyeron a que Velasco desarrollara su interés por las ciencias naturales. Paralelo con sus estudios en San Carlos, comenzó a estudiar física, zoología y botánica en la Escuela de Medicina en 1865. En 1868 recibió el nombramiento de Profesor de Perspectiva en la misma Academia San Carlos, quedándose en este cargo hasta 1910. A lo largo de estas cuatro décadas, Velasco se dio a conocer como un paisajista de primera categoría.

En el mismo año de su nombramiento de profesor se inscribió como socio de número en la recién fundada Sociedad Mexicana de Historia Natural, en cuya publicación, *La Naturaleza,* colaboraba con ilustraciones e informes. Mientras tanto, trabajaba como dibujante-copiador en el Museo Nacional de 1877 a 1910, y luego en el Museo de Historia Natural de 1910 a 1912, el año de su muerte. En estas instituciones estuvo en contacto permanente con el desarrollo de las ciencias, así como con las investigaciones históricas, geológicas y arqueológicas en México. De acuerdo con este breve resumen de las actividades de Velasco queda obvio que, aparte de ser el pintor paisajista por excelencia del siglo XIX, también ganó considerable respeto como científico.

En su introducción al primer volumen del *National Homage*, Fausto Ramírez enfatiza la importancia de este interés simultáneo por el arte y la ciencia:

> El interés del artista del paisaje por una comprensión profunda del mundo de la naturaleza, la materia prima de su visión pictórica, lo hicieron involucrarse activamente en el análisis de las ciencias naturales, que comenzó a estudiar en 1865, introduciéndose a la zoología y la botánica que se impartían en la Escuela de Medicina, al tiempo que perseguía sus intereses en la pintura del paisaje en la academia, de forma paralela. Esta simultaneidad es muy significativa. De aquí en adelante alternaría sus actividades en las artes y las ciencias, destilando las vastas experiencias adquiridas en el campo, al otro (Ramírez, 1985, p. 27).

Esta opinión de Ramírez es particularmente relevante al considerar algunas opiniones críticas sobre Velasco. En su libro *Nature, Empire, and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World* (2006), Jorge Cañizares-Esguerra dedica gran parte de su séptimo capítulo "Landscapes and Identities. Mexico, 1850-1900" a Velasco, en el que comienza observando cierta falta de información: "Despite the many volumes published about him, Velasco and his work still remain poorly understood" (p. 149). Luego discute brevemente los trabajos de Velasco referentes a la metamorfosis del *axolotl*, publicados en *La Naturaleza* y reproducidos en el volumen *José María Velasco. Un paisaje de la ciencia en México* (1992, pp. 229-245) de Elías Trabulse. Cañizares-Esguerra tiene una opinión muy decidida en cuanto a la calidad de este informe de Velasco. Interpreta su investigación como una reacción antidarwinista, resultado de su religiosidad católica y su general sentido conservador:

> Velasco era un sofisticado naturalista familiarizado con la anatomía comparada cuverista y con los recientes desarrollos de la evolución darwiniana. Su estudio del axolotl ponía en duda las teorías darwinianas de la

> evolución tal y como eran articuladas por el alemán August Weissmann. Políticamente, Velasco era conservador. Su religiosidad católica lo hacían hostil al darwinismo y a la evolución. Como naturalista, Velasco usaba sus pinturas para lograr estudios de paisajes detallados con formaciones rocosas, comunidades de plantas y formas de nubes (p. 151).

El autor basa su opinión en una serie de referencias bibliográficas en las que percibe una observación parecida. En cuanto a la pintura, Cañizares-Esguerra ofrece una descripción detallada del sentido histórico en los cuadros de Velasco, por lo cual considera el valle central como una metonimia de la geografía de la nación (pp. 152-164). Esto recuerda un comentario del contemporáneo José Ignacio Altamirano en cuanto a la aparente limitación casi exclusiva al tema del Valle de la Ciudad de México en la obra de Velasco.[1] De tal forma, al tomar en cuenta esta interpretación en un libro de gran mérito sobre la historia de las ciencias en América hispánica, Velasco aparece como limitado en cuanto a sus temas así como conservador en su labor científica. En este ensayo se propone otra lectura de su obra con el fin de revisar y modificar este juicio con el argumento de que, independientemente de sus creencias religiosas y visiones políticas, es importante entender que la obra de Velasco es el resultado de un interés paralelo entre arte y ciencia. Esta continuidad coetánea es responsable del hecho de que Velasco ha dejado un archivo visual que sigue siendo de mucha actualidad en nuestros días.

El *Homo sapiens* en el Museo de Geología

Una culminación de la actividad artística y científica de Velasco se encuentra en las diez telas pintadas para el Museo de Geología de la Ciudad de México, en las que se representan los orígenes de la vida. Estas obras fueron comisionadas para su inauguración en 1906 con el fin de contribuir en la arquitectura espléndida del edificio con temas compatibles con los objetivos del museo. Velasco concibió diez periodos geológicos diferentes:

1. Era Paleozoica, Silúrica y Devónica
2. Era Paleozoica, Carbonífera
3. Era Paleozoica, Carbonífera
4. Era Mesozoica, Triásica

---

[1] "Si persiste el señor Velasco en reproducir en sus lienzos hasta los últimos rincones del Valle de México llegará a pintar, hasta durmiendo, los pirús, los álamos y los tepozanes, las plantas herbáceas que lo adornan, pero sus vistas llegarán a cansar al público y hasta a él mismo. Habrá algún día en que arrojando su pincel dirá fastidioso: ¡Basta de tierra amarilla y de tepozanes!" (Rodríguez, 1997, p. 33).

5. Era Mesozoica, Jurásica
6. Era Mesozoica, Cretácica
7. Era Cenozoica-Miocena
8. Era Cuaternaria Pliocena-Pleistocena
9. Era Inferior Cuaternaria-Paleolítica
10. Era Superior Cuaternaria-Paleolítica

Esta división sigue el esquema generalmente aceptado en la paleontología, de acuerdo con la división aún más compleja que figura en el actual catálogo del Museo de Geología de la UNAM (2003, p. 21). Altamirano Piolle demuestra que Velasco creó las primeras siete imágenes tomando siete postales en blanco y negro de Josef Hoffmann (1831-1904) de Viena en Austria como modelo. Los interpretó en colores y dio a todos los cuadros un formato vertical para adaptarlas al tamaño de la altura de los muros. Primero los pintó como dibujos (23 x 15 cm) y luego en grandes telas (260 x 110 cm) para que pudieran ser expuestas en las paredes del corredor de la entrada del Museo de Geología en la Ciudad de México.

El geólogo Reinhard Weber (1996) informó que, después de una conversación con Altamirano Piolle, buscó contacto con el Museo de Historia Natural (Naturhistorisches Museum) en Viena para obtener más datos sobre Hoffmann. Se enteró que los cuadros de éste –los modelos para los postales– se encontraban allí a partir de su inauguración en 1889. Weber sugiere que el geólogo mexicano José Aguilera, de visita en un congreso en Viena en 1903, pudiera haber entregado los postales de Hoffmann a Velasco comisionándole a fabricar copias para el Museo de Geología. En efecto, pese a que Velasco añadió variaciones propias concernientes a las imágenes postales, Altamirano Piolle arguye que, en general, siguen siendo sólo copias. De acuerdo con el mismo objetivo didáctico, Velasco simplemente redujo el número de elementos dándoles mayor espacio y reproduciéndolos con más detalle de acuerdo con su amplia experiencia como ilustrador de objetos de estudio en el Museo Nacional.

Hoffmann escribió las explicaciones de sus cuadros sobre la época de formación de la Tierra en un folleto que se encuentra en el Departamento de Historia de las Ciencias del Museo de Historia Natural en Viena, cuya directora Christa Riedl-Dorn publicó detalles sobre su vida y obra en *Das Haus der Wunder. Zur Geschichte des Naturhistorischen Museums in Wien* (La Casa del Milagro. Sobre la Historia del Museo de Historia Natural en Viena, 1998, 194ff, pp. 278-279, 289). Por estas razones, las últimas tres imágenes de la Era Cuaternaria de Velasco llaman mucho la atención. No se hallaron postales u otras imágenes que hubieran podido servirle al pintor como modelos en el archivo familiar. Ángel Silva Bárcenas –sin conocer la historia de los postales de Hoffmann– observa que con estas últimas imágenes se inau-

gura algo nuevo, más próximo al mundo que conocemos nosotros: "Se asiste a un mundo prometedor con sus distancias nuevas, en donde los éxitos de la evolución se traducirán en la forma del futuro inteligente, que el artista ya preludia en el paisaje" (1991, p. 53). En la primera imagen (Nr. 8) se reproducen un mono y dos tigres en un paisaje más o menos silvestre, en el cual no se descubre ninguna huella de intervención humana. Luego, en la imagen siguiente (Nr. 9), se observa al *Homo neanderthalensis* en la Era Paleolítica, usando bloques de piedra para obtener su comida, la carne de un oso. Y, finalmente, en la última imagen (Nr. 10), este panorama primitivo ha cambiado por completo. Aquí vemos a un grupo de personas sentado alrededor del fuego: las mujeres están haciendo trabajos de costura mientras que los hombres inscriben unas letras en el fósil de un mamut. Las letras son legibles en el cuadro: se trata de la H y la S. La luz fría de luna llena brilla sobre este escenario nocturno, enfatizando el efecto de que el fuego encendido debajo de la roca calienta al grupo dándole el toque de una atmósfera doméstica y apacible del *Homo sapiens* (véase Fig. 1).

Linneaus acuñó este concepto de *H(omo) S(apiens*) en su *Systema naturae* (1735) y Darwin se refiere a él en *The Descent of Man* (1901), elaborando sus características más sobresalientes.[2] Broberg (1994) califica la clasificación del *Homo sapiens* de Linneaus como la fuente inspiradora para el nacimiento de la antropología física. Además, de acuerdo con el paleontólogo-antropólogo André Leroi-Gourhan, en *Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst* (Mano y palabra. La evolución de la tecnología, de la lengua y del arte, 1980), el *Homo sapiens* se distingue por ser capaz de fijar sus pensamientos en objetos, lo que le posibilita desarrollar una tecnología que le permite construir convivencias urbanas.

En sus cuadros para el Museo de Geología, Velasco no muestra ningún conflicto con la teoría de la evolución. Al contrario, en cuanto al hombre, su representación es aún más exacta que el texto sobre el *Cuaternario* de la Tabla del Tiempo Geológico incluido en el catálogo del Museo de Geología:

> *Holoceno: Erupción del Volcán Xitle (lavas cubren la zona de Cuicuilco y parte de CU). El hombre aprende a usar el fuego, moldea cobre, inicia la agricultura y la cerámica. Fusión del hielo, sube el nivel del mar.

---

[2] The greater number of naturalists who have taken into consideration the whole structure of man, including his mental faculties, have followed Blumenbach and Cuvier, and have placed man in a separate Order, under the title of the Bimana, and therefore on an equality with the orders of the Quadrumana, Carnivora, etc. Recently many of our best naturalists have recurred to the view first propounded by Linneaus, so remarkable for his sagacity, and have placed man in the same Order with the Quadrumana, under the title of the Primates. The justice of this conclusion will be admitted (Darwin, 1901, p. 200).

Figura 1. Ilustración 1. Escena de la Era Superior Cuaternaria-Paleolítica, óleo sobre lienzo, 260 x 140 cm, Museo de Geología, UNAM, en Altamirano-Piolle, 1993, p. 455 (ill. 538).



> *Pleistoceno: Primera erupción del Popocatépetl. Glaciación más reciente: el escudo polar cubre el norte de Norteamérica. El *Homo Sapiens* entra a Australia procedente del sureste de Asia y a Norteamérica por el Estrecho de Bering. Se suceden diversos periodos glaciares con variaciones climáticas. Extinción del mamut (2003, p. 21).

Velasco no tematiza la polémica sobre la posible descendencia del hombre. Su mono (Nr. 8) es bien pequeño en comparación con los tigres, y la distinción entre el *Homo neanderthalensis* y el *Homo sapiens* sigue la opinión de Darwin que hay algo más intelectual en esta última especie.[3] Es sugerente entender el último cuadro del *Homo sapiens* como una reflexión abstracta sobre la profesión del dibujante-pintor. Velasco mostró este interés permanentemente al retratarse a sí mismo de manera visual, como lo muestra la serie de los diez autorretratos (dibujos y cuadros) reproducidos en los volúmenes de Altamirano Piolle.[4]

No cabe duda que al pintar la serie de cuadros para el Museo de Geología, Velasco debe haber estado enterado del debate sobre el darwinismo en su país, documentado en *La polémica del darwinismo en México* (1989) de Roberto Moreno. Moreno considera la entrada del darwinismo en México algo atrasada debido al estado de guerra en que se encontraba el país hasta 1867, el año del fusilamiento del emperador Maximiliano de Habsburgo. Un año después se fundó la Sociedad Mexicana de Historia Natural y Moreno menciona que en *La Naturaleza* (1882-1884) apareció el ensayo "La formación de la tierra vegetal por la acción de los gusanos" de Darwin, así como el texto antidarwinista de M. Virchow, "Darwin y la antropología", en un mismo número. Además, Moreno comenta que se conoce el darwinismo en México más por *La descendencia del hombre* (1871) que por *El origen de las especies* (1859), de menos impacto provocador para los países católicos y de poca tradición científica.

La nueva especie *Siredon tigrina* del Lago de Santa Isabel

De todas formas, los conceptos de "descendencia", "origen" o "evolución" no son centrales en el texto de Velasco sobre el axolotl, presentado como Memoria ante la Sociedad Mexicana de Historia Natural, el 26 de diciembre

---

[3] Such expressions as that famous one of *Linnaeus*, and which we often meet with in a more or less concealed form, that the characters do not make the genus, but that the genus gives the characters, seem to imply that something more is included in our classification, than mere resemblance (Darwin, 1979, p. 413).

[4] Altamirano Piolle reproduce estos autorretratos como las ilustraciones nr. 11, nr. 17, nr. 91, nr. 115, nr. 116, nr. 143, nr. 150, nr. 229, nr. 269, nr. 308, nr. 467.

de 1878 y el 27 de febrero de 1879. Dice que empezó a estudiar este animal en 1866, inmediatamente después de haber ingresado a la Escuela de Medicina. Su maestro, el doctor José Barragán, le entregó un estudio de Augusto Duméril que describía en detalle la metamorfosis del batracio en reptil: "de animal acuático, de respiración branquial, en animal de respiración solamente pulmonar, por ausencia de las branquias" (Trabulse, 1992, p. 212). La Memoria se ocupa predominantemente de la rectificación de las opiniones de Duméril motivada por el hecho de que, en este caso, se trata de un animal mexicano sólo estudiado en el extranjero. Debido a esta situación, Velasco sintió una obligación con la Sociedad Mexicana de estudiar el axolotl "en su estado de libertad" en México. De acuerdo con Trabulse, este estudio de Velasco sobre el axolotl obedece las reglas de la biología comparada anteriores a Darwin, cuando la finalidad era obtener un inventario de las formas animales, clasificarlas, analizar su estructura, desarrollo y relaciones con el ambiente, es decir, una tradición que enfatiza los aspectos morfológicos y anatómicos del objeto de estudio. Trabulse también considera que Velasco redactaba sus observaciones en un momento en el que el darwinismo no podía dar todavía una explicación satisfactoria a la metamorfosis del axolotl al no existir la genética, una ciencia desarrollada después.

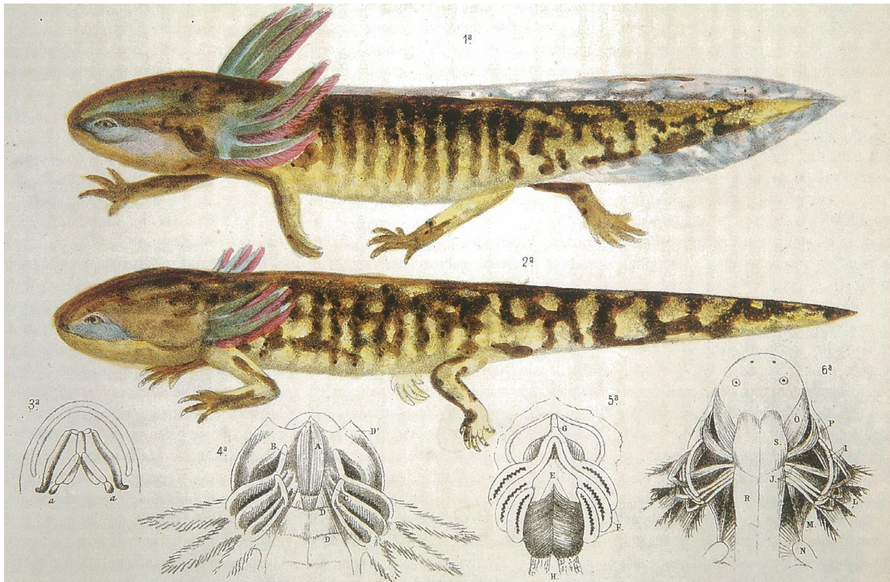
En su descripción minuciosa sobre el aporte de Velasco al estudio del axolotl, Trabulse no hace una relación entre la Memoria publicada en *La Naturaleza*, y las ilustraciones que la acompañaban del objeto de estudio. Sin embargo, en otro capítulo de su libro sobre Velasco, "El arte de la ilustración científica en México", Trabulse llama la atención sobre la influencia de otro libro de Darwin, *The Expression of the Emotions in Man and Animals* (1872), en México:

> Esta obra, y otras de tema similar, influyeron notablemente en la iconografía zoológica de fines del siglo XIX, ya que la representación de un animal exigía captar su "expresión". En algunos mamíferos esta expresión quedaba indicada por la posición de las orejas y por la actitud general del cuerpo tal como Darwin lo había expuesto al tratar las emociones de perros, gatos, monos y caballos. Así, por ejemplo, la posición de los ojos, la boca y las patas eran signos indicadores de una peculiar situación emocional que el artista no debía pasar por alto. En el dibujo de aves la expresión quedaba indicada por la posición de la cabeza y el aspecto de las plumas. Batracios y reptiles también podían ser captados en posiciones de acecho o de miedo, con un realismo científico sin parangón en la iconografía zoológica. Este realismo, que buscaba representar la "expresión", es uno de los indicadores más confiables sobre el grado de difusión que habían alcanzado en una comunidad científica las nuevas teorías biológicas y psicológicas del último tercio del siglo (p. 15).

Este “realismo científico” que buscaba representar la “expresión” también se observa en la litografía de la *Siredon tigrina* (el axolotl estudiado por Velasco), dibujada por Velasco. El movimiento de correr rápido, sugerido por la posición de las patas, pudiera expresar que este animal no soporta la luz del día y que, por esta razón, le urge esconderse debajo de rocas o en otros lugares (véase Fig. 2). En el texto de su Memoria, Velasco menciona esta característica repetidas veces, al tiempo que daba un mayor énfasis a los colores diferentes de los animales que encontraba en su respectivo estado.

Obviamente, como artista, Velasco acentúa detalles quizás menos importantes para otros naturalistas. Para Darwin, por ejemplo, estudiar la pintura tiene fines exclusivamente científicos. En su libro *The Expression* explica su método de investigar pruebas de emoción en la contracción de los músculos faciales por medio de: 1) observar infantes; 2) estudiar a los discapacitados mentales; 3) analizar fotografías y sus descripciones textuales; 4) analizar pinturas; 5) recopilar información sobre razas diferentes al enviar cartas con peticiones de material a continentes diferentes; 6) observar animales. Concluye que para él, fue preferible usar dibujos para la visualización de reacciones emocionales de animales y fotos para las de hombres dejando al lado la pintura, cuyo concepto de la “belleza” no valió mucho para este objetivo:

Figura 2. Ilustración 2. Siredon tigrina. Litografía de J. M. Velasco, en *La naturaleza*, vol. IV, lám. VII. Lit de Murguía, en Trabulse, 1992, p. 235.



> [...] Habrá esperado obtener mucha ayuda de los grandes maestros de la pintura y la escultura, ya que son tan buenos observadores. De tal manera había mirado fotografías y grabados de muchas obras bien conocidas, pero con pocas excepciones eso no me redituó. Sin duda, la razón es que en el arte la belleza es el principal objetivo, y los músculos fuertemente contraídos destruyen la belleza. La historia de la composición generalmente se dice con fuerza maravillosa, y la verdad con acciones hábilmente trabajados (Darwin, 1965, p. 14).

La "belleza" del axolotl, alcanzada por los movimientos, la posición de los ojos y la precisión de los colores en la ilustración de Velasco, revela un grado de bastante familiaridad con el objeto de estudio. El pintor experimentó con 70 ejemplares provenientes del Lago de Santa Isabel, cerca de la Villa de Guadalupe Hidalgo, muchos de los cuales conservaba en su casa.[5] En sus palabras, "se necesitaba, pues, repito, hacer uso de los viveros naturales del valle, haciendo a ellos cuantas expediciones fueran necesarias para conseguir el objeto" (Velasco, 1879, p. 230). Menciona que el valle es un territorio que él mismo conoce muy bien habiéndolo recorrido como alumno de Landesio y luego como profesor de la Academia con sus propios alumnos. Describe el Lago de Santa Isabel como un lago poco profundo y seco en febrero, marzo, abril y mayo. Los pueblerinos que vivieron cerca de la orilla le contaban que el axolotl comienza a salir del agua en octubre y noviembre. En la parte más larga de su presentación, "Observaciones acerca de sus costumbres", Velasco se detiene mucho en el tema de la metamorfosis en relación con las condiciones diferentes de la naturaleza. Después de su detallada exposición, concluye:

> Con lo dicho me parece que basta para convencerse de que estos animales pueden vivir voluntariamente en el agua, mientras tienen en ella los elementos indispensables para su desarrollo, conservación, etc., pudiendo transformarse en cualquiera edad, con tal de que sus pulmones tengan las dimensiones convenientes para hacer la hematosis sin auxilio de las branquias, cuya condición es indispensable, y que su metamorfosis es debida al instinto que el Creador ha dado a estos seres, para efectuarla con la oportunidad debida, a fin de tener un medio de conservación individual, y por tanto, de la especie que representan (Trabulse, 1992, p. 5).

[5] No queda muy claro de qué casa está hablando. En alguna ocasión dice que las especies llegaron bien a su casa en México (obviamente la ciudad donde vivía por aquel entonces) (Velasco, 1879, p. 245) y, en otra, Velasco habla de la casa de sus familiares en la Villa de Guadalupe donde creció su mujer. Hasta 1884 Velasco no se mudó con su familia a la Villa de manera definitiva.

En un texto posterior, “Anotaciones y observaciones al trabajo del señor Augusto Weismann” (1881), el tono de Velasco es mucho más polémico. En 12 apartados numerados, otra vez repite que sus observaciones analíticas comprobaron que la metamorfosis se debe a “causas intrínsecas, es decir, al desarrollo genuino de estos animales” (p. 272). Refuta las observaciones de Weissmann comparándolas de nuevo con sus observaciones propias, criticando la generalización exagerada de los representantes del evolucionismo, contradictoria a su experimentación *in situ*. Otra vez, para comprobar su argumento, dedica un largo fragmento a la temperatura y a la condición natural de los lagos.

La *perspectiva artificiale* del Valle de México

El término *perspectiva artificiale* es un término técnico en la enseñanza en clases de artes plásticas, como las impartidas por Landesio y Velasco. La Memoria sobre el axolotl mostró que Velasco daba mucha importancia al medio natural del Valle de México, lo cual coincidió con su interés artístico, en donde este valle se destaca como tema predilecto. En este ensayo se arguye que, más que criticar su supuesta monotonía temática, es interesante preguntarse el porqué de la dedicación de Velasco a este tema. Es un maestro al sugerir la “belleza” –parafraseando a Darwin– de los “músculos faciales” del Valle, de acuerdo con las reglas clásicas del arte de la perspectiva. Para cada cuadro dibujó una *perspectiva* geométrica y *artificiale*, reconstruida a partir de un *vanishing point*, una técnica que aprendió de Landesio que llegaba con una sólida formación académica al respecto. En la opinión de Hubert Damisch en *L’origine de la perspective* (1987), esta metodología de la perspectiva fue introducida por el arquitecto Filippo Brunelleschi en Florencia a principios del siglo XV y tiene todo que ver con las ciencias: “All evidence suggests that perspective theory belongs to that class of cultural products to which belong scientific formations, and the sciences themselves, as well as works of literary art” (p. 161).

México, en aquella época, estaba bajo la influencia del positivismo, declarado como doctrina estatal por el presidente Benito Juárez en 1856 cuando firmó una serie de leyes para la reorganización del sistema educativo de México. Once años después, en 1867, Juárez proclamó la Reforma Educativa y fue en este espíritu que se educa Velasco, lleno de entusiasmo por fundamentar conocimientos científicos en y sobre su país. En sus cuadros se reproducen las ideas de “progreso” y “tecnología” como instrumentos de la modernización: el agradecimiento de las bombas para suministrar agua potable, el ferrocarril, los túneles, los puentes, o las fábricas. Como alumno de Landesio, Velasco ya se había acostumbrado a este proceso de intervención en el paisaje debido a que su profesor, después de llegar a México, recibió

encomendamientos de Nicanor Béistegui, hijo del rico comerciante vasco Juan Antonio de Béistegui Arrospide, involucrado en la industria nacional de México en el ramo textil y minero. De acuerdo con Fausto Ramírez, Landesio expuso diez paisajes en la décima exposición de la Academia, en 1857-1858, de las haciendas "San Miguel Regla, Aviadero y puntos circundantes, así como de Real del Monte y de Pachuca. Formaban pues un conjunto pictórico en que se quiso recrear lo pintoresco y áspero paisaje de este rico distrito minero visitado por Humboldt, Ward, Egerton, Rugendas y otros viajeros que dejaron testimonio de su aspecto" (Ramírez, 1985, pp. 56-57).

Landesio se había hecho amigo íntimo de Velasco y no sorprende que una de sus telas más grandes, *El Valle de México desde el cerro de Tenayo* (1870), dejara un impacto profundo en su alumno. Posiblemente era el segundo cuadro paisajista del cerro realizado en México desde esta perspectiva, siendo el de Pedro Calvo de 1825 el primero.[6] Landesio reveló la grandeza de las proporciones del valle, sus carreteras, sus volcanes, la vista urbana, el cielo, los cerros y los lagos, retratados a partir de la perspectiva de un lugar cercano de la Villa de Guadalupe. Sin embargo, a Velasco no le convencieron los colores, en su opinión poco adecuados para sugerir la atmósfera de un valle mexicano. Tres años después de Landesio, a su vez, Velasco dio a conocer su primera interpretación propia presentando una vista panorámica del *Valle de México desde el cerro de Atzacoalco* (1873). Muestra todos los símbolos de la veneración a la Virgen de Guadalupe, retratando la basílica, la iglesia, y un grupo de personas con una imagen de ella. Este cuadro fue presentado en la exposición de la Escuela Nacional del Arte y ganó una medalla de oro, el premio más distinguido de aquella época. En un segundo cuadro retratado a partir de una perspectiva con más distancia, *El Valle de México desde el cerro de Santa Isabel* (1875), que él mismo caracterizó como una "memoria del anterior", la presencia de los lagos es mucho más pronunciada. Se refleja el color del cielo con nubes en colores transparentes, una visión que se repite con una luz con otros matices coloridos en el tercer paisaje panorámico *El Valle de México desde el cerro de Santa Isabel* (1877) a partir de una perspectiva parecida. La transparencia de los colores y los matices entre cielo, lagos y tierra es extraordinaria. Esta trilogía famosa ha sido discutida en otros estudios: el sentido histórico, la fauna, la flora, los personajes, y su precisión geológica. Sin embargo, tomando en cuenta que estas compo-

---

[6] Se encuentran dos cuadros de Pedro Calvo, fechados en 1825, pintados desde esta perspectiva en la colección de la Fundación Prusiana de Propiedad Cultural en Berlín-Potsdam (Phaf-Rheinberger, 2004, pp. 145-146). Moyssén reproduce este cuadro, fabricado en una época en la que este tipo de paisajes no recibió gran atención de parte del público mexicano (pp. 20-21). La distancia hacia la ciudad es menor, se observan menos casas de la villa pero sí figuran partes muy bien reconocibles de la basílica.

siciones se realizaron en los mismos años de la investigación del axolotl del Lago de Santa Isabel, la relación de los lagos con los otros elementos en los cuadros obtiene un papel de mayor importancia.

Pese a que a partir de 1880 no se encuentra otra Memoria o texto de Velasco sobre el axolotl, esto no quiere decir que pone fin a sus actividades científicas. Trabulse menciona su presencia en todas las reuniones semanales de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, en las que una Comisión reportó sobre los cambios en el sistema ecológico del Valle de México, en 1882 y 1883. Es de suponer que estos científicos mexicanos observaron con preocupación la paulatina degradación del aire y la contaminación de los lagos teniendo conocimientos de los eventos precedentes en la historia. Es saber común que, cuando los españoles entraron por primera vez en el valle, existían cinco lagos: Xochimilco y Chalco con agua dulce; Texcoco, Zumpango y Xaltocan con agua salada. Los aztecas habían construido un dique y corredores con acueductos para el tránsito a la ciudad, rodeados por islas flotantes artificiales cubiertas de jardines de cultivo.

Por consiguiente, después del Imperio Azteca, habitar el valle significó una lucha constante contra el agua. El historiador de ciencias José Sala Catalá dedica la mayor parte de su volumen *Ciencia y técnica en la metropolización de América* (1993, pp. 26-202) a la "Guadalupe mexicana", la Ciudad de México durante el virreinato, una ciudad construida sobre las ruinas de Tenochtitlán. Expone detalles del trabajo de la Superintendencia del Desagüe, que pasó a consolidarse como una particular institución científico-técnica de Nueva España con el objetivo de resolver los problemas acuáticos. Cañizares-Esguerra admira la ingeniosidad de esta tecnología hidráulica descrita por Sala Catalá:

> Persuasiva e ingeniosamente, Salá Catalá reconstruye la multitud de complejas tecnologías involucradas en los asentamientos urbanos españoles en América. Su largo y bellamente ilustrado recuento de las obras de ingeniería hidráulica requeridos para drenar el Valle Central de México cortando rebanadas de las masivas montañas que rodean el valle es particularmente revelador. Muestra, entre otras cosas, el carácter multinacional del imperio, ya que los técnicos flamencos primero dirigieron estos esfuerzos (Cañizares-Esguerra, 2006, p. 44).[7]

Sala Cátala se refiere en su título "Guadalupe Mexicana" a "uno de los textos ideológicos más importantes del siglo XVII novohispano", *Imagen de la Virgen*

[7] Como último punto de la reunión se presentaron los técnicos con seis *arbitrios* para liberar a México de las aguas. Entre ellos estuvo el ingeniero Boot, que no cejaba en la postura mantenida invariablemente desde 1615. Esta vez llevó una *pintura* de todo el Valle de México, así como "ejemplos que ha hecho en Flandes, Alemania y Francia" (Sala Catalá, 1993, pp. 190-191).

María, Madre de Dios de Guadalupe (1648), del cura de la ermita de Guadalupe Miguel Sánchez. Recuerda que este tratado relacionó la historia de la "Imagen lograda: Guadalupe Mexicana salvada de las aguas" (p. 195) con su función de ser un símbolo de la defensa ante las inundaciones permanentes de la ciudad, un fenómeno que el mismo Velasco vivió en 1865, 1900, 1901 y 1910.

La metamorfosis de México de un valle con lagos hacia una plataforma de construcciones urbanas comenzó en la década de 1870, así que Velasco fue su fiel observador desde los primeros momentos (Phaf-Rheinberger, 2004). Crear "belleza", para él, era construir algo matemáticamente similar a escribir una obra científica. Altamirano Piolle reproduce los tres dibujos del análisis compositor de la trilogía del Valle de México (1993, pp. 189, 215, 235) y muchos otros más en el *National Homage*. Este sentido de precisión en la obra de Velasco se refleja en las observaciones de Xavier Moyssén:

> Es bien sabido, aunque no explicada la razón, que el Valle de México fue el tema del que el mayor número de cuadros dejó José María Velasco. Lo vio y lo pintó desde distintos lugares, alturas y épocas del año. Él tenía como principio moral y estético para su arte, el que el paisajista debía situarse ante la naturaleza como aprendiz y no como maestro. En consecuencia, nada le era permitido modificar de lo que se presentaba ante sus ojos; no obstante, debió hacerlo para solucionar, en algunos casos, problemas de composición. Tal hecho resulta hoy difícil de verificar por lo alterado que está el valle, han desaparecido los ríos y los lagos, los extensos sembradíos de las haciendas no existen al ser fraccionadas éstas; el aire ha perdido para siempre la transparencia aclamada por Alfonso Reyes. La extensión del valle, incluyendo las alturas de sus cerros, se ha fragmentado en una mancha urbana (1991, p. 19).

Moyssén agrega que cuando el historiador del arte Justino Fernández quiso reconstruir fotográficamente los panoramas de Velasco después de su muerte, ya no fue posible debido a la transformación completa del terreno.[8]

Conclusiones

Resumimos que, al estudiar la relación entre Darwin y la obra de Velasco, enfatizábamos su convivencia tanto con el arte como con la ciencia. Velasco percibió el Valle de México como un laboratorio natural –en estado de libertad– para su obra visual y su labor científica. Tomando este factor en con-

[8] No menciona el año pero debe haber sido después de 1963 porque Fernández se inspiraba en el libro *Cezanne's Composition: Analysis of His Form with Diagrams and Photographs of His Motives* (1963) de Erle Loran, publicado por la prensa universitaria de California.

sideración, su supuesta limitación de motivos paisajistas más bien le sirvió para precisar no sólo la metamorfosis del axolotl, sino la del Valle de México. En general, la vista desde las alturas en la cercanía de la Villa de Guadalupe ofreció el panorama adecuado para observar este fenómeno en sus aspectos múltiples. No se sabe si el *National Homage* de Altamirano Piolle contiene ilustraciones de todas las obras de Velasco (Addendum, 1993)[9] pero, junto con el libro *Un paisaje de la ciencia* de Trabulse, es la edición más completa al respecto. Velasco siempre sigue manifestando en sus cuadros la presencia de los lagos en el valle, como se deduce de las ilustraciones incluidas en el *National Homage*: *Valle de México desde el cerro de Santa Isabel* (1882, 1883, 1884, 1892), *Valle de México desde el cerro de Tenayo* (1885), *Valle de México desde el cerro de Tepeyac* (1878, 1894, 1895, 1900, 1901, 1905, 1907, 1908), *Camino a Chalco con los volcanes* (1891, 1895), y *La puesta del sol* (1894). Por lo que se refiere a este contexto, otra observación de Altamirano en el salón de 1880 habla por sí mismo:

> De los que ha presentado esta vez, el primero que nos llama la atención es el último que, según sabemos, ha ejecutado y que representa el lago de Chalco; el motivo a primera vista es sumamente sencillo, pero cuando se examina este cuadro detenidamente, se siente una impresión indefinible, parece que el espectador respira cierto ambiente de frescura que domina en esta representación de una parte de nuestro soberbio valle. ¡El señor Velasco es admirable en las lontananzas! (Rodríguez Prampolini, 1997, p. 66).

Sería una tarea para un historiador del arte estudiar el papel de los lagos en relación con el uso de los colores, las sombras y las conexiones con los otros elementos en el valle. También Diego Rivera, que había sido alumno de Velasco en la Academia de 1896 a 1902, escribe de manera entusiasta sobre su profesor en una carta, dirigida al Seminario de la Cultura Mexicana en 1923. En los años de su irrupción como pintor de grandes frescos panorámicos, Rivera defiende a Velasco ante la opinión de un señor Bergamin de que la obra de Velasco no tiene nada que ver con toda la pintura moderna:

> Desde allí [1889], el ascenso de Velasco es continuo. A partir de entonces sí puede decirse realmente que su pintura no tiene conexiones con la pintura moderna, ni con la antigua; pero para ser exactos deberemos decir que tanto la pintura antigua como la moderna ya no alcanzan a

[9] Con un total de 183 pinturas, 7 acuarelas, 64 dibujos y 29 litografías el *National Homage* (homenaje nacional) a José María Velasco ofrece la más amplia visión que hasta la fecha haya sido ejecutada acerca de las diferentes facetas y temas desarrollados por el pintor (Addendum, 1993, p. 6).

> conectarse con la de Velasco. A la escala de valores, al claroscuro colorido hecho con la gama de colores cálidos en contraste con los fríos, pero establecidos en el espacio del cuadro, claro a más claro, que equivalía, aunque en más luminoso, a la antigua gradación de negro a blanco; Velasco sustituyó *no una nueva escala sino una nueva valoración intrínseca del color, el que, de por sí, ocupa un lugar en el espacio del cuadro según los elementos que contiene.* Creó Velasco una paleta cuyos diferentes tonos al ser hechos sobre ella *tenían ya un lugar determinado en el espacio del cuadro* aparte de las relaciones de valor (puesto que siempre hay un valor inherente al color) que pudieran tener con el resto de la composición.
>
> Este hecho no tenía precedente en toda la historia de la pintura ni ha tenido consecuente todavía. Velasco llegó a ser, y permanece siendo, único en toda la vida del arte humano (Rivera, 1979, pp. 235-236).

Rivera descubre una geometría en el espacio por el color, lo que implica que había una *perspectiva artificiale* en el uso de los matices coloridos.[10] También a Rivera le fascina Darwin, retratado en su obra *El hombre en una encrucijada* (1934) en el Palacio de Bellas Artes, una reconstrucción del mural designado para el Rockefeller Foundation Center en Nueva York donde fue destruido. Darwin aparece en la parte izquierda sentado al lado de un aparato de radiografía, donde se ve un cráneo y la parte arriba de la columna, así como un muchacho indígena, varios animales (mono, papagayo, perro, gato, oveja, serpiente, jicotea), y un bebé a sus pies (Münzberg y Nungesser, 1987).

Ya señalábamos que la posición de Velasco difiere de la de Weismann. Trabulse opina que "el meollo de su refutación está en los numerosos datos que aportó y que Weismann evidentemente desconocía" (Trabulse, 1992, p. 216). En su libro admirable sobre Velasco como científico y como ilustrador, Trabulse dedica mucha atención al detalle de la regresión de las especies en la teoría evolucionista de Weismann. Arguye que lo específico del trabajo de Velasco, luego confirmado en un dictamen de su colega Manuel María Villada, era la afirmación de que el ajolote y el axolotl transformado "eran dos *géneros* diferentes, y que el ajolote no era el 'estado larvario' de una forma 'más avanzada y perfecta', sino solamente un género distinto" (p. 204). Trabulse continúa diciendo que es imposible entender la refutación de Weismann por Velasco sin conocer su trabajo anterior sobre el axolotl. De tal modo, en un momento en que el darwinismo no podía dar todavía una explicación satisfactoria a la metamorfosis del axolotl, Velasco comprueba su dimensión

[10] En otra ocasión, en 1943, al explicar la importancia de Frida Kahlo para el arte mexicano, Rivera confirma que "José María Velasco, mexicano [fue] el héroe limpio de todo españolismo en su pintura" (p. 245).

como hombre de ciencia y se presenta como uno “de los más distinguidos zoólogos mexicanos del siglo XIX” (p. 217).

En este lugar, quisiera detenerme en la gran sensibilidad de Velasco de ser un mexicano en busca de explicaciones racionales de los fenómenos naturales en su propio país. No le debe haber sido desconocido que, durante el Virreinato de Nueva España, se usaba todo un sistema de categorías de castas, una tabla taxonómica, en el que el concepto de regresión estaba permanentemente presente. “Ahí te estás”, “Tente en el aire”, “No te entiendo” y “Salta atrás” eran categorías biológicas para sugerir una posible regresión hacia la escala más baja, “Torna-atrás”, es decir, hacia la raza negra (García Sáiz, 1989, p. 20). Esta valoración intrínseca de las categorías racistas de la Colonia posiblemente influyen en la resistencia de Velasco en aceptar, sin pruebas suficientes, una tesis formulada en el exterior sobre el fenómeno de la regresión con base en datos tomados de una situación de laboratorio.

Al considerar todos estos argumentos es razonable concluir que la visión científico-artística de Velasco ha creado un archivo visual en el que su hábitat –el valle– se halla en un estado de metamorfosis permanente. Este efecto se construye por medio de la técnica de la *perspectiva artificiale*, en la que los colores desempeñan un papel preliminar (véase Fig. 3). Acentuar la condición de ser mexicano de Velasco ante el desarrollo de las ideas darwinistas de su época resulta en elaborar una “gramática profunda de los discursos” (*Tiefengrammatik der Diskurse*, Rheinberger, 2010) de los elementos más variados que conciben un proyecto histórico sin *telos* en su obra. Da prueba del enorme talento de Velasco como ilustrador y artista plástico, así como de su precisión científica. No es una “amalgama” (como menciona Trabulse) este diálogo permanente entre el arte y la ciencia, sino el resultado de su interés en el proceso de cambio de la naturaleza mexicana en todos sus aspectos. Ya es tiempo de liberar la obra de Velasco de los estereotipos del pasado. Su obra testimonia que ya poseía una preocupación ecológica que sólo hoy día se reconoce como una de las prioridades más urgentes del planeta.

Agradecimientos

Agradezco los comentarios y sugerencias de Ana Barahona (UNAM), Staffan Müller-Wille (Exeter University, UK) y Christa Riedl-Dorn (Museo Historia Natural en Viena, Austria).



Figura 3. Paisaje con lago y árboles, 1907, óleo sobre cartón, 9 x 14, colección privada en Altamirano-Piolle 1993, 481.

Bibliografía

Addendum, Museo Nacional de Arte (1993), *National Homage, José María Velasco*.

Altamirano Piolle, M. E. (1993), *National Homage. José María Velasco: Landscapes of Light, Horizons of the Modern Era*, México, Museo Nacional de Arte, vol. 1-2.

Broberg, G. (1994), "*Homo sapiens*. Linnaeus's Classification of Man", en Tore, F. (ed.), *Linnaeus. The Man and His Work*, Canton, Science History Publications.

Cañizares-Esguerra, J. (2006), *Nature, Empire, and Nation: Explorations of the History of Science in the Iberian World*, Stanford, Stanford University Press.

Cardoso Vargas, H. A. (2000), "José María Velasco: un hombre de ciencia y de cultura", disponible en www.liceus.

Damisch, H. (1987), *L'origine de la perspective*, París, Flammarion.

Darwin, Ch. (1901 [1871]), *Descent of Man and Selection in Relation to Sex*, Nueva York, Rollier and Son.

______ (1965 [1872]), *The Expression of the Emotions in Man and Animals*, Chicago, University of Chicago Press.

______ (1979 [1859]), *On the Origin of Species. A Facsimile of the First Edition*, Cambridge, Harvard University Press.

García Sáiz, M. C. (1989), *The Caste. A Genre of Mexican Painting (Las castas mexicanas. Un género pictórico americano)*, México, Olivetti.

Hoffmann, J. (sin año), *Erläuterungen zu den Gemälden. Die Bildungs-Epochen der Erde und Charakterbilder für Asien und Central-Africa. Cyklus von neun Oelgemälden für das neue k.k.naturhistorische Hof-Museum ausgeführt*, Viena, Verlag von Josef Hoffmann.

Leroi Gourhan, A. (1980), *Hand und Wort. Die Evolution von Technik, Sprache und Kunst,* Frankfurt, Suhrkamp.

Moreno, R. (1989), *La polémica del darwinismo en México*, México, Siglo XIX/ UNAM.

Moyssén, X. (1991), *José María Velasco*, México, Fondo Editorial de la Plástica.

Münzberg, O. y M. Nungesser (1987), *Diego Rivera 1886-1957. Retrospektive*, Berlín, Neue Gesellschaft für Bildende Kunst.

Museo de Geología, UNAM, *Catálogo 2003*.

Phaf-Rheinberger, I. (2004), "Sobre los orígenes del imaginario de la urbanización en México: José María Velasco", en Maihold, G. (ed.), *Las modernidades de México. Espacios, procesos, trayectorias*, México, Porrúa.

Ramírez, F. (1985), *La plástica del siglo de la independencia*, México, Fondo Editorial de la Plástica.

Rheinberger, H. (2010), *Darwin 2009 – Eine Nachlese*, manuscrito.

Riedl-Dorn, Ch. (1998), *Das Haus der Wunder. Zur Geschichte des Naturhistorischen Museums in Wien*, Viena, Verlag Holzhausen.

Rivera, D. (1979), *Arte y política*. Selección, prólogo, notas y datos biográficos de Raquel Tibol, México, Grijalbo.

Rodríguez Prampolini, I. (1997), *La crítica del arte en México en el siglo XIX. Estudios y documentos (1879-1902)*, vol. III, México, UNAM-Instituto de Investigaciones Estéticas.

Sala Catalá, J. (1993), *Ciencia y técnica en la metropolización de América*, Madrid, Ediciones Doce Calles.

Silva Bárcenas, Á. (1991), *La paleobiología en las pinturas de José María Velasco*, México, Sociedad Mexicana de Paleontología.

Trabulse, E. (1992), *José María Velasco. Un paisaje de la ciencia en México*, Toluca, Instituto Mexiquense de Cultura.

Velasco, J. M. (1879), "Descripción, metamorfosis y costumbres de una especie nueva del género Siredon", *La Naturaleza*, Primera Serie, vol. IV, pp. 209-233, en Trabulse, *Apéndice documental*, pp. 229-246.

_____ (1881), "Anotaciones y observaciones al trabajo de A. Weismann sobre la transformación del ajolote mexicano en Amblistoma", *La Naturaleza*, Primera Serie, vol. V, pp. 58-84, en Trabulse, *Apéndice documental*, pp. 271-291.

Weber, R. (1996), "Review of Macropterygium Schimper [...] and a New Species from the Upper Triassic of Sonora, Northwestern Mexico", *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, vol. 13, núm. 2, pp. 201-220.

Weismann, A. (1881), "Transformación del ajolote mexicano en Amblistoma", *La Naturaleza* 1882, Primera Serie, vol. V, pp. 31-57, en Trabulse, *Apéndice documental,* pp. 247-270.

Sobre los autores

Michael F. Antolin
Department of Biology
Colorado State University
Fort Collins, CO 80523-1878
USA
michael.antolin@coloState.edu

Ana Barahona
Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Departamento de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias, UNAM.
México
ana.barahona@ciencias.unam.mx

Keith R. Benson
Department of History
University of British Columbia.
Canadá
krbenson@interchange.ubc.ca

Janet Browne
Department of History of Science
Science Center 371
Harvard University
Cambridge, MA 02138
USA
jbrowne@fas.harvard.edu

Jorge Martínez-Contreras
Departamento de Filosofía
UAM-Iztapalapa.
México
pascalo696@mac.com

Gustavo Caponi
CNPq // Departamento de Filosofía
Universidade Federal de Santa Catarina.
Brasil
gustavoandrescaponi@gmail.com

John Dupré
Department of Sociology and Philosophy
ESRC Centre for Genomics in Society

Exeter University.
UK
j.a.dupre@exeter.ac.uk

Jonathan Marks
Deptament of Anthropology
University of North Carolina at Charlotte
Charlotte, NC 28223-0001
USA
jmarks@uncc.edu

Ineke Phaf-Rheinberger
Humboldt Universitat Berlin
Alemania
rheinberger@mpiwg.de

Irina Podgorny
Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte/Berlín
Alemania
Museo de La Plata/Conicet
podgorny@retina.ar

Hans-Jörg Rheinberger
Max Planck Institut für Wissenschaftsgeschichte
Boltzmannstrasse 22
14195, Berlín
Alemania
rheinbg@mpiwg-berlin.mpg.de

Elliott Sober
Department of Philosophy
5185, Helen C. White Hall
University of Wisconsin, Madison-Michigan
Madison, WI 53706
USA
ersober@wisc.edu

Edna Suárez
Estudios Sociales de la Ciencia y la Tecnología, Departamento de Biología Evolutiva. Facultad de Ciencias, UNAM.
México
edna.suarezd@gmail.com